

Monitorización de usuarios con pulseras y relojes inteligentes. Aplicación móvil para recomendación de hábitos saludables



Grado en Ingeniería Multimedia

Trabajo Fin de Grado

Autor:
Francisco Parrilla Navarro

Tutor/es:
José García Rodríguez

Septiembre 2020



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Resumen

El presente documento corresponde a la memoria del trabajo de fin de grado “Monitorización de usuarios con pulseras y relojes inteligentes. Aplicación móvil para recomendación de hábitos saludables. Dicho trabajo ha sido realizado por Francisco Parrilla Navarro, estudiante de Ingeniería Multimedia, bajo la supervisión de José García Rodríguez.

Este proyecto parte de la base de otros trabajos de fin de grado realizado por antiguos alumnos del grado y tutorizados por José García. Todos estos trabajos se fundamentan en la monitorización de pacientes con pulseras inteligentes y cada uno de ellos se han ido especializando en un ámbito diferente y enfocados a una enfermedad diferente, como el proyecto realizado por Gala M. García [1] capaz de detectar ataques epilépticos en personas dependientes de Daño Cerebral Adquirido. El proyecto de Sergio Castro Sola [2] utilizando el mismo concepto que el anterior trabajo, pero utilizando tecnología más actual e incluyendo una aplicación web para el seguimiento de profesionales médicos. Finalmente, el proyecto realizado por Carlos Chico Martínez [3] capaz de monitorizar pacientes con enfermedades cardiovasculares, cuyo enfoque ha servido de base en el desarrollo de este trabajo de fin de grado.

Con este proyecto se trata de monitorizar a usuarios mediante pulseras inteligentes o smartband y realizar un estudio del tipo de hábitos deportivos y poder recomendarles hábitos saludables para prevenir enfermedades cardiovasculares.

El desarrollo del proyecto se divide en tres partes: el marco teórico, desarrollo y estudio de usuarios encuestados.

La primera parte contiene un estudio sobre las enfermedades cardiovasculares y cómo poder evitarlas mediante hábitos saludables. También se realiza un estudio de las tecnologías empleadas en el proyecto, realizando un estudio de mercado de las diferentes pulseras inteligentes y de las diversas aplicaciones que permiten monitorizar actividades deportivas.

El segundo apartado está enfocado al prototipo de aplicación que se quiere conseguir. Para ello es necesario estudiar la propuesta de la aplicación, determinar las funcionalidades, desarrollar bocetos y requisitos. También se determina la metodología empleada para la realización de este y la planificación de tareas para conseguir el desarrollo del proyecto.

El último apartado está enfocado al estudio desarrollado sobre las encuestas realizadas para determinar los hábitos saludables de las personas encuestadas y la experiencia de usuario generada a la hora de interactuar con el prototipo de aplicación.

Motivación, justificación y objetivo general

Cuando elegí estudiar una ingeniería, siempre tuve en mente el desarrollo de un proyecto que tuviera un cierto compromiso social en el ámbito de la sanidad. Me considero una persona solidaria, me gusta ayudar de cualquier manera a las personas que están a mi alrededor. Poder estudiar esta carrera me ha permitido tener una mayor visión del mundo que me rodea. Poder ayudar a personas que no son tan cercanas y mejorar su forma de vida con los conocimientos adquiridos me parece la cosa más preciosa y satisfactoria que se puede vivir.

Siempre he pensado que la tecnología y la sanidad son dos de los principales motores que mueven el mundo que nos rodea, la sanidad sin la tecnología no se hubiera podido desarrollar tantos avances y mejoras en el estilo de vida. A través de las aplicaciones enfocadas al ámbito sanitario, vamos a poder contribuir a mejorar calidad de vida de las personas, y, sobre todo, ayudar a todas aquellas con problemas de salud.

Por ello, con los conocimientos adquiridos durante estos años de carrera, he querido aportar mi pequeño granito de arena con este proyecto y animar a que todas las personas que les interese la tecnología y la sanidad intenten investigar y ayudar a mejorar el mundo en el que vivimos.

La elección de mi TFG no nació de una idea propia, sino de mi tutor José García Rodríguez. Este proyecto se engloba dentro de un conjunto de otros trabajos de fin de grado de antiguos alumnos de la titulación, donde cada uno de ellos han ido desarrollando aplicaciones enfocadas a diferentes enfermedades y ámbitos donde poder aplicar la tecnología.

Cabe a destacar que este documento y proyecto presente se ha desarrollado íntegramente durante la crisis sanitaria causada por la pandemia del COVID-19 en 2020. Se establecieron reuniones previas para la organización y aclaración del proyecto, pero se postpuso el desarrollo hasta el mes de junio para poder desarrollar este trabajo una vez acabado el proyecto ABP desarrollado en 4º curso de esta titulación, para poder dedicarle el tiempo que se merece y trabajar con total disposición.

Es por ello, que la idea principal del proyecto se tuvo que reformular para poder adaptarnos a la situación de confinamiento vivido. Tuvimos que plantear nuevos objetivos, nuevas funcionalidades para desarrollar una aplicación útil y viable. Pero a pesar de sufrir tantos cambios, la idea general del proyecto se ha mantenido firme: el poder ayudar a las personas a tener un estilo de vida saludable.

Debido a los problemas encontrados y la situación vivida durante la realización del proyecto, se ha creado un prototipo de aplicación móvil que monitoriza el pulso y los pasos. No se ha podido utilizar este prototipo de aplicación como era esperado, por lo que se ha creado una video demostración que ha estado disponible en el cuestionario creado para obtener la experiencia de usuario e información relevante sobre hábitos saludables de las personas que realizaron la encuesta.

A lo largo de la realización de este proyecto he conseguido ampliar mis conocimientos sobre cómo llevar un estilo de vida saludable, hábitos que permiten mejorar en la calidad de vida, afianzar los conocimientos tecnológicos que he ido adquiriendo durante estos años de titulación y, sobre todo, el poder adaptarme a cualquier adversidad para poder conseguir mis objetivos.

Agradecimientos

Agradezco a mi tutor José García por el trabajo realizado, el tiempo dedicado y los mensajes de ánimo durante la realización del proyecto. Sobre todo, agradezco especialmente a mis padres por la educación y los valores que me han inculcado desde pequeño y que han hecho ser la persona que soy hoy en día; a mi hermano por ser guía y referente de persona que quiero ser en un futuro; y a mis familiares por apoyarme en todas las decisiones que he tomado hasta llegar aquí.

Finalmente agradezco a todos mis amigos y compañeros más allegados por saber estar y apoyarme en estos años de carrera.

Citas

“Al toro que es una mona”

Marcos Navarro Lozano, mi abuelo

Índice de contenidos

Resumen.....	2
Motivación, justificación y objetivo general	4
Agradecimientos	6
Citas	8
Índice de figuras	13
Índice de tablas	15
1. Introducción	18
2. Estudio de viabilidad	19
2.1. Análisis DAFO	19
2.2. Análisis de riesgos	21
3. Planificación	29
4. Estado del arte.	32
4.1. Enfermedades cardiovasculares.....	32
4.2. Hábitos saludables	34
4.3. Pulseras inteligentes y aplicaciones móviles.....	35
4.3.1. Smartband	35
4.3.2. Aplicaciones móviles	40
5. Objetivos	43
6. Metodología	45
6.1. Metodología ágil	45
6.2. Fases de desarrollo.....	46
6.3. Requisitos mínimos	46
6.4. Herramientas Software.	46
6.4.1. Documentación.	47
6.4.2. Planificación y Gestión del Proyecto.	47
6.4.3. Diseño.....	48

6.4.4.	Desarrollo.....	49
6.5.	Herramientas Hardware.....	50
6.5.1.	Xiaomi Mi Band 4.	50
6.5.2.	Samsung Galaxy A50.	51
6.6	Ingeniería Inversa.....	52
7.	Análisis y especificación.....	54
7.1	Características del sistema.....	54
7.2	Requisitos funcionales.....	55
7.3	Requisitos no funcionales	57
7.4	Casos de uso.....	59
8.	Diseño.....	65
8.1.	Diseño de interfaces.....	65
8.2.	Logotipo y pantalla de carga	70
8.3.	Diagrama relacional	71
8.4.	Diseño arquitectura conceptual.....	73
9.	Implementación	74
9.1.	API RESTful	74
9.2.	Aplicación Móvil	75
10.	Experimentación	89
10.1.	Análisis de los resultados	90
10.2.	Conclusión experimento	94
11.	Conclusiones y trabajo futuro	95
11.1.	Conclusiones.....	95
11.2.	Trabajo futuro	96
12.	Bibliografía y referencias.....	98
13.	Apéndice.....	100
13.1.	Enlaces de interés.....	100

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de un análisis DAFO	19
Figura 2. Diagrama de Gantt 1	30
Figura 3. Diagrama de Gantt 2	30
Figura 4. Diagrama de Gantt 3	30
Figura 5. Diagrama de Gantt 4	31
Figura 6. Xiaomi Mi Smart Band 4	36
Figura 7. Polar A370	37
Figura 8. Honor Band 5.....	38
Figura 9. Fitbit Inspire HR	39
Figura 10. Garmin VivoSmart 4	39
Figura 11. Activity Tracker	40
Figura 12. adidas Running by Runtastic	41
Figura 13. Endomondo	41
Figura 14. Google Fit	42
Figura 15. Nike Training.....	42
Figura 16. Logo Dropbox y Word	47
Figura 17 Logo Trello, Toggly y Tom's Planner.....	48
Figura 18. Figma y Draw.io	48
Figura 19. Android Studio, GitHub, Ionic, Postman, Visual Studio, Azure SQL Database, Google Forms.....	50
Figura 20. Xiaomi Mi Smart Band 4.....	51
Figura 21. Samsung Galaxy A50	51
Figura 22. Metodología Ingeniería Inversa	52
Figura 23. Boceto Inicio.....	66
Figura 24. Boceto Login	66
Figura 25. Boceto Registro	67
Figura 26. Boceto Deporte	67
Figura 27. Boceto Menú Hamburguesa.....	68
Figura 28. Boceto Perfil Usuario.....	68
Figura 29. Boceto Enfermedades	69
Figura 30. Boceto Entrenamientos.....	69

Figura 31. Boceto Información	70
Figura 32. Icono y Pantalla de carga.....	71
Figura 33. Diagrama relacional de la base de datos.....	71
Figura 34. Diseño base de datos	72
Figura 35. Diagrama Arquitectura.....	73
Figura 36. Estructuración carpetas proyecto	75
Figura 37. Salida dispositivos BLE.....	76
Figura 38. Salida Información BLE	77
Figura 39. Salida monitorización del pulso	78
Figura 40. Prototipo Login.....	79
Figura 41. Prototipo Formulario de registro	80
Figura 42. Prototipo Información.....	81
Figura 43. Prototipo Perfil	82
Figura 44. Prototipo Enfermedades	83
Figura 45. Prototipo Entrenamiento	84
Figura 46. Prototipo Conectar.....	85
Figura 47. Prototipo Deporte	86
Figura 48. Prototipo Pulsera.....	87
Figura 49. Prototipo monitorización del pulso.....	88
Figura 50. Pregunta encuesta 1.....	91
Figura 51. Pregunta encuesta 2.....	92
Figura 52. Pregunta encuesta 3.....	93
Figura 53. Pregunta encuesta 4.....	93

Índice de tablas

Tabla 1 Riesgo 1.....	22
Tabla 2 Riesgo 2.....	22
Tabla 3 Riesgo 3.....	22
Tabla 4 Riesgo 4.....	23
Tabla 5 Riesgo 5.....	23
Tabla 6 Riesgo 6.....	23
Tabla 7 Riesgo 7.....	24
Tabla 8 Riesgo 8.....	24
Tabla 9 Riesgo 9.....	24
Tabla 10 Riesgo 10.....	25
Tabla 11 Riesgo 11.....	25
Tabla 12 Riesgo 12.....	25
Tabla 13 Riesgo 13.....	26
Tabla 14. Riesgo 14.....	26
Tabla 15. Riesgo 15.....	26
Tabla 16. Riesgo 16.....	27
Tabla 17. Riesgo 17.....	27
Tabla 18. Riesgo 18.....	27
Tabla 19. Riesgo 19.....	28
Tabla 20. Riesgo 20.....	28
Tabla 21. Planificación temporal del TFG.....	29
Tabla 22. Característica del sistema 1.....	54
Tabla 23. Característica del sistema 2.....	54
Tabla 24. Característica del sistema 3.....	55
Tabla 25. Característica del sistema 4.....	55
Tabla 26. Requisito funcional 1.....	56
Tabla 27 . Requisito funcional 2.....	56
Tabla 28. Requisito funcional 3.....	56
Tabla 29. Requisito funcional 4.....	56
Tabla 30. Requisito funcional 5.....	57
Tabla 31. Requisito funcional 6.....	57

Tabla 32. Requisito funcional 7	57
Tabla 33. Requisito no funcional 1	58
Tabla 34. Requisito no funcional 2	58
Tabla 35. Requisito no funcional 3	58
Tabla 36. Requisito no funcional 4	58
Tabla 37. Requisito no funcional 5	59
Tabla 38. Casos de uso 1	59
Tabla 39. Casos de uso 2	59
Tabla 40. Casos de uso 3	60
Tabla 41. Casos de uso 4	60
Tabla 42. Casos de uso 5	60
Tabla 43. Casos de uso 6	60
Tabla 44. Casos de uso 7	60
Tabla 45. Casos de uso 8	61
Tabla 46. Casos de uso 9	61
Tabla 47. Casos de uso 10	61
Tabla 48. Casos de uso 11	62
Tabla 49. Casos de uso 12	62
Tabla 50. Casos de uso 13	62
Tabla 51. Casos de uso 14	62
Tabla 52. Casos de uso 15	63
Tabla 53. Casos de uso 16	63
Tabla 54. Casos de uso 17	63
Tabla 55. Casos de uso 18	63
Tabla 56. Casos de uso 19	64

1. Introducción

El proyecto plantea la creación de una aplicación móvil conectada a una pulsera inteligente del tipo Mi Band para poder llevar a cabo la monitorización de usuarios y poder obtener diferentes parámetros relacionados con la actividad física y el ritmo cardíaco de los usuarios que utilicen la aplicación. A través de estas mediciones se realiza un estudio posterior para determinar el tipo de vida que tienen los usuarios y poder recomendarles hábitos saludables acordes a sus características para la prevención de enfermedades cardiovasculares. Para determinar el grado de satisfacción de los usuarios con la aplicación, se realiza una encuesta referente a la experiencia de usuario generada al usar este prototipo de aplicación.

Esta investigación continua la línea de trabajos de fin de grado anteriores realizados por antiguos alumnos del Grado de Ingeniería Multimedia, Gala M. García, Sergio Castro y Carlos Chico Martinez, pero tratando de enfocar el trabajo a los hábitos saludables y los resultados de los proyectos anteriores.

La sociedad actual en la que vivimos está conectada a internet gran parte de su tiempo, pero pocas son las personas que dedican su tiempo a realizar actividades deportivas e informarse de su estado de salud. Este desconocimiento y los hábitos sedentarios de la sociedad incrementan el riesgo de padecer, en un futuro no muy lejano, enfermedades cardiovasculares. Según datos de la OMS [4], “las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en todo el mundo”. La mayoría de las enfermedades cardiovasculares pueden prevenirse actuando sobre conductas que se determinan como factores de riesgo: el consumo de tabaco, no seguir una dieta saludable y la obesidad, la vida sedentaria o el consumo nocivo de alcohol.

En este proyecto se quiere concienciar a las personas sobre la conveniencia de realizar actividades deportivas y mantener un estilo de vida saludable para mitigar las posibilidades de padecer una enfermedad cardiovascular. Realizando para ello un estudio del tipo de vida que siguen.

2. Estudio de viabilidad

El estudio de la viabilidad es una parte fundamental con la que debemos iniciar el proyecto, para saber en qué punto nos encontramos a la hora de comenzar y hacia dónde queremos llevar el desarrollo de este.

En esta sección vamos a detallar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del proyecto y los riesgos que se puedan generar en un futuro durante la etapa de desarrollo.

2.1. Análisis DAFO

El Análisis DAFO [5] es una metodología de estudio de la situación de un proyecto, analizando sus características internas (Debilidades y Fortalezas) y su situación externa (Amenazas y Oportunidades). Este estudio permite analizar el proyecto para poder tomar decisiones de futuro y establecer los puntos en los que hay que centrar las estrategias para que el proyecto sea viable. Como se muestra la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se ha realizado un análisis del proyecto y llegando a las conclusiones posteriores.



Figura 1. Esquema de un análisis DAFO

Una de las fortalezas que hemos querido destacar ha sido el conocimiento del público al que va destinado la aplicación que se ha desarrollado, ya que así podemos enfocar el proyecto a cualidades específicas y necesidades que necesitan este tipo de público.

Al realizar una aplicación gratuita garantizamos que la aplicación va a ser accesible por todas aquellas personas que posean una pulsera de actividad compatible con la aplicación y así llegar a un mayor número de usuarios.

Y como última fortaleza, podemos destacar la experiencia en el diseño de interfaces usables y accesibles adquirida durante estos años del grado. Realizar varios proyectos enfocados a la usabilidad y accesibilidad, me ha permitido adquirir amplios conocimientos en este ámbito y gracias a ello, cuidar al mínimo detalle las cualidades técnicas y visuales del proyecto.

Las oportunidades que nos facilita este proyecto se fundamentan en el gran número de pulseras inteligentes que se utilizan y se comercializan hoy en día. Para aprovechar dicha popularidad se ha realizado un estudio exhaustivo para elegir el dispositivo más común entre los usuarios.

Otra oportunidad que destacar es la posibilidad de analizar los resultados que generen los usuarios. Pudiendo así determinar el tipo de usuario que utiliza la aplicación y mejorar su experiencia al utilizar la aplicación.

Por último, este proyecto se engloba en un marco tecnológico avanzado, por lo que la creación de una aplicación para mejorar la experiencia de usuario, creemos que es una idea innovadora y precursora de futuros estudios sobre la experiencia de usuario en el ámbito sanitario.

La primera debilidad que nos encontramos a la hora de iniciar el proyecto es el enfoque a un sector específico, lo que hace que la aplicación no tenga tanta visibilidad como la de aplicaciones comunes y genéricas que pueda utilizar cualquier persona.

La segunda debilidad está relacionada con los recursos económicos, los cuales son limitados en nuestro caso. En el caso de poseer solvencia económica para utilizar las tecnologías óptimas y utilizar software que facilitara el trabajo, podríamos haber realizado un producto totalmente funcional y comercializarlo.

La última debilidad que nos encontramos es que muchos de los usuarios desconocen este tipo de aplicaciones que están desarrolladas para el ámbito sanitario, lo que dificulta su difusión y obligaría a invertir recursos en algún tipo de medio digital para poder visibilizar la aplicación.

Para finalizar este análisis de la aplicación a desarrollar, hemos determinado una serie de amenazas enfocadas a la tecnología que se va a utilizar para el desarrollo del proyecto.

La primera amenaza es el uso de tecnología anticuada, que no disponga de una versión estable con la que poder realizar la aplicación y no poder crear una aplicación multiplataforma y expandir el proyecto al máximo número de personas posibles.

Otra de las amenazas encontradas es el uso generalizado de aplicaciones que ya realizan este tipo de análisis y que son más visibles que la desarrollada, lo que impide dar visibilidad al proyecto.

La última amenaza la hemos encontrado al realizar el estudio de mercado y analizar aplicaciones que utilizan tecnologías más solventes, por lo cual intentar atraer a nuevos usuarios va a ser un arduo trabajo.

2.2. Análisis de riesgos

En el siguiente apartado vamos a exponer los diferentes riesgos que pueden acontecer durante la realización del proyecto, que deberemos afrontar, justificar las posibles consecuencias y soluciones que se han llevado a cabo para erradicar el problema encontrado, indicar el grado de probabilidad de que suceda y distinguir la procedencia de dicho problema.

Para poder visualizar los posibles riesgos se ha elaborado un conjunto de tablas donde encontraremos la siguiente información:

- **Identificador:** Código de identificación del riesgo.
- **Nombre:** Denominación asignada al riesgo.
- **Tipo:** Fuente del riesgo.
- **Probabilidad:** Grado de que pueda suceder.
- **Efectos:** Nivel de consecuencia que puede causar.
- **Precondiciones:** Acciones o actos que determinan el origen del riesgo
- **Solución:** Actividad a realizar para solventar el riesgo.

Tabla 1 Riesgo 1

Identificador	IR-01
Nombre	No disponer de ordenador
Tipo	Tecnología
Probabilidad	Moderada
Efectos	Serios
Precondiciones	Problemas de rendimiento y soportar las tecnologías a utilizar
Solución	Adquirir uno nuevo

Tabla 2 Riesgo 2

Identificador	IR-02
Nombre	No disponer de conexión a internet
Tipo	Tecnología
Probabilidad	Moderada
Efectos	Serios
Precondiciones	Fallo de la conexión Wifi o caída de los servicios tecnológicos
Solución	Contactar con la compañía en cuestión para llegar a una solución lo antes posible. Utilizar los datos del móvil

Tabla 3 Riesgo 3

Identificador	IR-03
Nombre	No disponer de la pulsera inteligente
Tipo	Tecnología
Probabilidad	Moderada
Efectos	Serios
Precondiciones	No tener el material para trabajar
Solución	Adquisición de una pulsera inteligente

Tabla 4 Riesgo 4

Identificador	IR-04
Nombre	No saber trabajar con la tecnología en cuestión
Tipo	Tecnológico
Probabilidad	Moderada
Efectos	Serios
Precondiciones	No saber implementar el código o qué tecnologías usar
Solución	Consultar y documentarse sobre las tecnologías

Tabla 5 Riesgo 5

Identificador	IR-05
Nombre	Baja por enfermedad
Tipo	Personal
Probabilidad	Alta
Efectos	Serios
Precondiciones	Malestar, fiebre o estrés
Solución	Cuidar la salud personal y psicológica

Tabla 6 Riesgo 6

Identificador	IR-06
Nombre	Desmotivación
Tipo	Personal
Probabilidad	Moderada
Efectos	Serios
Precondiciones	No saber encontrar un momento para trabajar
Solución	Acudir a las personas más cercanas para dar apoyo y motivación

Tabla 7 Riesgo 7

Identificador	IR-07
Nombre	Lesión de alguna extremidad que impida utilizar el teclado del ordenador y no trabajar correctamente
Tipo	Personal
Probabilidad	Baja
Efectos	Serios
Precondiciones	Realizar esfuerzos o acciones que conlleve lesiones
Solución	Utilizar teclado por voz para realizar el proyecto

Tabla 8 Riesgo 8

Identificador	IR-08
Nombre	Desechar idea inicial del proyecto
Tipo	Organizacional
Probabilidad	Baja
Efectos	Catastróficos
Precondiciones	No encontrar motivación a la hora de trabajar
Solución	Cambio de la idea del proyecto

Tabla 9 Riesgo 9

Identificador	IR-09
Nombre	Incumplimiento de los plazos de entrega de los bloques
Tipo	Organizacional
Probabilidad	Moderada
Efectos	Tolerables
Precondiciones	No entregar a tiempo los bloques de trabajo
Solución	Cumplir un horario de trabajo para seguir un ritmo para seguir la planificación e implicarse en el proyecto.

Tabla 10 Riesgo 10

Identificador	IR-10
Nombre	No conseguir los objetivos iniciales
Tipo	Organizacional
Probabilidad	Moderada
Efectos	Serios
Precondiciones	Acumular retrasos en los bloques de trabajo
Solución	Continuar con la planificación e invertir una cantidad elevada de horas en el proyecto

Tabla 11 Riesgo 11

Identificador	IR-11
Nombre	No disponer de un espacio de trabajo
Tipo	Organizacional
Probabilidad	Moderada
Efectos	Insignificantes
Precondiciones	Cambiar el lugar de residencia
Solución	Acomodarse al nuevo lugar de trabajo

Tabla 12 Riesgo 12

Identificador	IR-12
Nombre	Abandono del proyecto
Tipo	Organizacional
Probabilidad	Media
Efectos	Catastróficos
Precondiciones	No llegar a un acuerdo de la idea del proyecto
Solución	Llegar a un acuerdo

Tabla 13 Riesgo 13

Identificador	IR-13
Nombre	Perdida de la memoria
Tipo	Herramientas
Probabilidad	Baja
Efectos	Tolerables
Precondiciones	Error de la plataforma de Dropbox
Solución	Realizar copias de seguridad en el sistema

Tabla 14. Riesgo 14

Identificador	IR-14
Nombre	Eliminación del repositorio GitHub donde se almacena el código del proyecto
Tipo	Herramientas
Probabilidad	Baja
Efectos	Serios
Precondiciones	Error de la plataforma GitHub a la hora de hacer pull o push de los archivos
Solución	Realizar copias de seguridad en el sistema

Tabla 15. Riesgo 15

Identificador	IR-15
Nombre	Incompatibilidad de uso entre la pulsera y el smartphone
Tipo	Herramientas
Probabilidad	Media
Efectos	Catastróficos
Precondiciones	No poder probar la aplicación en el dispositivo móvil
Solución	Intentar conseguir un smartphone de familiares

Tabla 16. Riesgo 16

Identificador	IR-16
Nombre	Incompatibilidad de conexión entre la pulsera y la aplicación
Tipo	Herramientas
Probabilidad	Media
Efectos	Serios
Precondiciones	No llegar a un acuerdo de la idea del proyecto
Solución	Llegar a un acuerdo

Tabla 17. Riesgo 17

Identificador	IR-17
Nombre	Cambio de funcionalidades
Tipo	Requerimientos
Probabilidad	Muy baja
Efectos	Serios
Precondiciones	No llegar a un acuerdo de la idea del proyecto
Solución	Redactar las especificaciones al mínimo detalle

Tabla 18. Riesgo 18

Identificador	IR-18
Nombre	Cambio de presupuestos
Tipo	Requerimientos
Probabilidad	Muy baja
Efectos	Catastróficos
Precondiciones	No llegar a un acuerdo de la idea del proyecto
Solución	Llegar a un acuerdo

Tabla 19. Riesgo 19

Identificador	IR-19
Nombre	El tiempo de desarrollo de la memoria está infraestimado
Tipo	Estimación
Probabilidad	Moderada
Efectos	Serios
Precondiciones	Búsqueda exhaustiva para redactar el estado del arte.
Solución	Simplificar la información y resumir los artículos encontrados.

Tabla 20. Riesgo 20

Identificador	IR-20
Nombre	El tiempo de desarrollo del proyecto está infraestimado
Tipo	Estimación
Probabilidad	Moderada
Efectos	Serios
Precondiciones	Dedicar más tiempo del pensado.
Solución	Reorganización de las tareas

3. Planificación

Para la realización de la planificación del proyecto, se han establecido una serie de tareas que se van a llevar a cabo durante el periodo de desarrollo del proyecto. Se han estudiado las diferentes tareas a realizar durante el proyecto y se han establecido los contenidos que se van a realizar, el tiempo total estimado para el conjunto de los contenidos y la fecha límite para cada bloque de contenidos. Como se muestra en la siguiente Tabla 21 se puede observar el conjunto de tareas que se han establecido para cada bloque

Tabla 21. Planificación temporal del TFG

Contenidos	Tiempo total	Fecha límite fin
Presupuesto, estimaciones y planificación Motivación y justificación Objetivo general Análisis y especificación	1 semanas	7 junio
Objetivos Introducción Estado del arte Metodología	2 semanas	21 junio
Diseño	1 semanas	28 junio
Implementación	3 semanas	19 julio
Pruebas y validación Resultados Conclusiones y trabajo futuro Referencias, bibliografía y apéndices Agradecimientos, citas, índices	1 semana	31 julio

Ya definidos los bloques de trabajo, se evalúa el proyecto de forma temporal. Se han utilizado diagramas de Gantt [6] para poder exponer la previsión de tiempo que va a ser necesario para la realización de cada una de las tareas establecidas en el desarrollo del proyecto.

Ahora se van a definir los bloques de trabajo establecidos:

- **Bloque 0:** En este primer bloque de trabajo se realizarán las tareas de especificación de presupuestos, estimaciones y la planificación del proyecto. Se redactará también la

motivación y justificación de la elección del tema del proyecto y el objetivo general del mismo. Para finalizar este bloque se hará un análisis y especificación de los riesgos de realización del proyecto.



Figura 2. Diagrama de Gantt 1

- **Bloque 1:** En este bloque de trabajo se realizarán las tareas de redactar los objetivos del proyecto, introducción y estado del arte, buscando información sobre las afecciones cardiovasculares y las pulseras inteligentes y aplicaciones similares. También se especificará la metodología a seguir durante el proyecto.



Figura 3. Diagrama de Gantt 2

- **Bloque 2:** Durante este bloque de trabajo se empezará a implementar la aplicación en sí. Se llevará a cabo un proceso de boceto de la aplicación, realizando diseños lo más fieles al resultado que se quiere obtener, y una vez cumplida esta tarea se empezará a crear la aplicación.

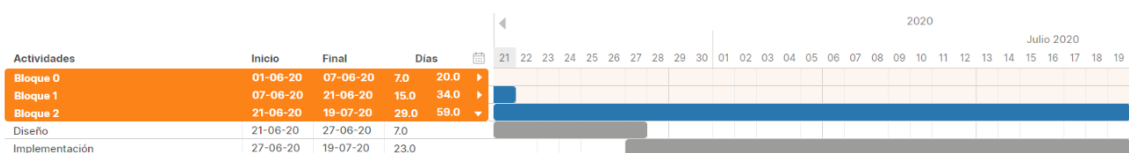


Figura 4. Diagrama de Gantt 3

- **Bloque 3:** Como bloque final del proyecto se han englobado todas las tareas que están relacionadas con el testeo de la aplicación, las conclusiones obtenidas una vez

terminado el proyecto; y tareas enfocadas a la memoria para dejar todo el documento listo para su entrega.

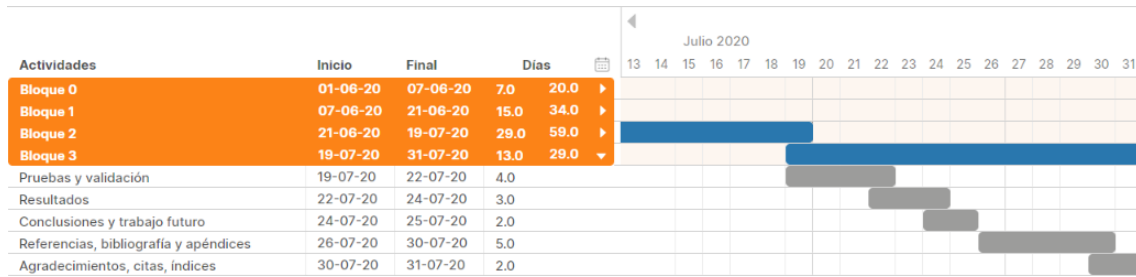


Figura 5. Diagrama de Gantt 4

4. Estado del arte.

Se presenta la información obtenida sobre las enfermedades cardiovasculares, posibles síntomas o enfermedades que puedan predecir riesgo de padecer una dolencia cardiovascular en un futuro, hábitos saludables que nos ayudan a tener una vida sana, y un estudio realizado sobre las diferentes pulseras de actividad y aplicaciones móviles que nos permiten monitorizar nuestra actividad deportiva

4.1. Enfermedades cardiovasculares.

Las enfermedades cardiovasculares son un conjunto de trastornos del corazón y los vasos sanguíneos. En el caso de que se vean afectados los vasos sanguíneos puede comprometer a otros órganos como el cerebro, riñones y el propio corazón. Estas enfermedades implican un estrechamiento o bloqueo de los vasos sanguíneos pudiendo provocar un ataque cardíaco o dolor en el pecho. También existen enfermedades que afectan a los músculos, las válvulas o el ritmo cardíaco. Muchas de estas enfermedades pueden prevenirse o tratarse mediante un estilo de vida saludable. Son la principal causa de defunción en todo el mundo. Cada año mueren más personas por alguna de estas enfermedades que por cualquier otra. En España, estas enfermedades constituyen la primera causa de muerte, originando casi el 40 por ciento de todas las defunciones.

A continuación, se presenta una lista con las enfermedades cardiovasculares, información obtenida de la Fundación Española del Corazón [7]:

- **Cardiopatías familiares y genéticas:** Son enfermedades que afectan al corazón o los grandes vasos arteriales y tienen en común que su origen se debe a alteraciones genéticas. Son enfermedades frecuentes que afectan a 1 de cada 400 personas. Todas estas enfermedades pueden ser una causa frecuente de muerte súbita en jóvenes.
- **Tromboembolismo pulmonar:** Oclusión o taponamiento de una parte del territorio arterial pulmonar a causa de un émbolo o trombo que procede de otra parte del cuerpo. Este trombo se forma en las venas de los miembros inferiores y migra hasta la arteria pulmonar.
- **Síndrome de Tako-Tsubo:** Conocido también por el nombre de “síndrome del corazón roto”. Se denominó porque así se llama una vasija de origen japonesa, abombada y con

el cuello estrecho, usada tradicionalmente entre los pescadores nipones para atrapar pulpos. La mayoría de los afectados son mujeres postmenopáusicas, con estrés emocional o físico repentino e inesperado causando una liberación excesiva de adrenalina.

- **Infarto de miocardio:** Coloquialmente conocido como infarto, aparece por un riego sanguíneo insuficiente debido a la obstrucción o estrechez de una arteria.
- **Cardiopatía isquémica:** Causada por la arteriosclerosis, esta enfermedad impide que el corazón reciba la sangre necesaria. Suele ser asintomática y puede prevenirse. Es un proceso lento de formación de colágeno y acumulación de grasas y linfocitos, que provocan el estrechamiento de las arterias coronarias.
- **Fibrilación auricular:** Es un ritmo cardíaco irregular y anormal. Es una enfermedad grave, ya que puede producir coágulos de sangre que pueden viajar desde el corazón hasta el cerebro y causarle un infarto cerebral.
- **Insuficiencia cardíaca:** Sucede cuando el corazón no es capaz de bombear suficiente sangre al resto del cuerpo. Se produce cuando hay un desequilibrio entre la capacidad del corazón para bombear sangre y las necesidades del organismo.
- **Muerte súbita:** Aparición repentina e inesperada de una parada cardíaca en una persona que aparentemente se encuentra sana y en buen estado.
- **Valvulopatías:** Infecciones, traumatismos y envejecimiento. Las válvulas del corazón pueden dañarse y ocasionar esta dolencia.
- **Enfermedad de Kawasaki:** Es una inflamación generalizada de las arterias del organismo. Aparece generalmente en niños menores de cinco años. Puede producir aneurisma coronaria en el caso de no administrar el tratamiento adecuado.
- **Coartación de Aorta:** Malformaciones cardíacas congénitas. Es una afección poco común. Es un estrechamiento de la arteria aorta que causa una obstrucción de su flujo,
- **Foramen oval permeable:** Es una apertura natural que permite el paso, durante la vida fetal, de la sangre oxigenada de la aurícula derecha a la izquierda, de forma que el oxígeno y los nutrientes que llegan de la madre a través de la placenta y la vena umbilical puedan llegar al cerebro y resto de órganos fetales. Con los cambios en la circulación que se producen en el momento del nacimiento, el aumento de la presión en la aurícula izquierda favorece su cierre progresivo. En algunas personas no se produce este cierre, permaneciendo abierto tras el nacimiento.
- **Síndrome de Brugada:** Enfermedad de origen genético. Se produce por la alteración en los genes que dirigen la formación de las proteínas cardíacas que regular el paso de los

iones a través de la membrana celular. Es por ello por lo que esta enfermedad se engloba en el grupo de las conocidas como canalopatías.

- **Síndrome de Marfan:** Tiene origen genético y suele provocar alteraciones en los ojos, el esqueleto, el corazón y en los vasos sanguíneos. Afecta el tejido conectivo, que está formado por las proteínas que le brindan apoyo a la piel, los huesos, los vasos sanguíneos y otros órganos.
- **Ductus arterioso:** También conocido por conducto arterioso es un pequeño vaso que comunica la aorta con la arteria pulmonar. Está normalmente abierto en el feto, pero se cierra justo después del nacimiento.
- **Transposición de grandes vasos:** Es una alteración cardíaca congénita. Se produce una disposición anormal de los principales vasos sanguíneos que salen del corazón.

4.2. Hábitos saludables

La mayoría de las enfermedades comentadas en el apartado anterior se pueden evitar teniendo una vida saludable. Una vida saludable es aquella que nos permite tener calidad de vida. Es un estilo de vida en el que participan diversas variables, como la alimentación sana y equilibrada, la práctica de actividades deportivas y el bienestar emocional o el cuidado de la salud.

Con relación a las enfermedades cardiovasculares, siguiendo estos hábitos es posible reducir el riesgo de padecer este tipo de enfermedades. Para reducir las probabilidades de padecer enfermedades cardiovasculares es recomendable seguir los siguientes pasos:

- **Controlar la presión arterial:** Una presión arterial elevada es un importante factor de riesgo para las enfermedades cardiovasculares. Es aconsejable revisar la presión arterial regularmente sobre todo para la gente adulta.
- **Mantener los niveles de colesterol y triglicéridos bajo control:** Los elevados niveles de colesterol pueden obstruir las arterias y aumentar un riesgo de enfermedad coronaria y ataques al corazón. Los triglicéridos son otro tipo de grasa en la sangre. Los elevados niveles de triglicéridos en la sangre también pueden aumentar el riesgo de enfermedad coronaria, especialmente en mujeres.
- **Mantener un peso saludable:** Padecer de sobrepeso u obesidad puede aumentar el riesgo de padecer enfermedades cardíacas.
- **Seguir una dieta saludable:** Limitar las grasas saturadas, los alimentos ricos en sodio y azúcares añadidos. Es recomendable consumir fruta fresca, verduras y granos enteros.

- **Hacer ejercicio regularmente:** Realizar actividades deportivas tiene muchos beneficios, fortalece el corazón y mejora la circulación. También ayuda a mantener un peso saludable y controlar los niveles de colesterol y la presión arterial.
- **Limitar el consumo de alcohol:** Exceder el consumo de bebidas alcohólicas puede aumentar la presión arterial y añadir calorías adicionales, lo que causa un aumento de peso.
- **No fumar:** Consumir tabaco eleva la presión arterial y aumenta el riesgo de ataques cardíacos y accidentes cerebrovasculares. Es recomendable dejar de fumar para disminuir el riesgo de padecer enfermedades cardíacas.
- **Controlar el estrés:** El estrés está vinculado a las enfermedades del corazón, ya que puede que en momentos de estrés aumente la presión arterial, y un nivel de estrés elevado puede conllevar a un ataque al corazón.
- **Controlar la diabetes:** Tener diabetes duplica el riesgo de padecer una enfermedad cardíaca diabética. El alto nivel de azúcar en sangre por la diabetes puede dañar los vasos sanguíneos y los nervios que controlan el corazón y los vasos sanguíneos.
- **Dormir:** La falta de sueño y de descanso aumenta el riesgo de hipertensión, obesidad y diabetes. Las personas adultas es recomendable que descansen de siete a nueve horas por la noche. Tener buenos hábitos de sueño evitan padecer enfermedades cardiovasculares.

4.3. Pulseras inteligentes y aplicaciones móviles

Seguidamente, se realiza una pequeña introducción sobre las pulseras de actividad o smartband explicando su uso y la tecnología que posee, añadiendo ejemplos sobre las pulseras de actividad más comercializadas hasta la fecha y explicando sus características. Además, se incluye un estudio sobre aplicaciones utilizadas en el mundo deportivo para la monitorización de actividad física.

4.3.1. Smartband

Las pulseras inteligentes o smartband son dispositivos tecnológicos que permiten monitorizar nuestra actividad física, principalmente las pulsaciones y el recorrido que hacemos cuando nos desplazamos de un lugar a otro. Estas pulseras están sincronizadas con nuestro dispositivo móvil

a través de una conexión Bluetooth. Estas pulseras inteligentes disponen en algunos casos de sensores de gran calidad que permiten obtener la información de monitorización con gran exactitud.

La mayoría de las pulseras inteligentes disponen de un acelerómetro, tecnología GPS, Bluetooth y una pantalla donde consultar la información de una manera gráfica. También existen otras pulseras capaces de medir la temperatura, cardio frecuencímetro para la obtención de la frecuencia cardíaca del paciente; pero este tipo de pulseras están enfocadas más al ámbito sanitario que al uso cotidiano, aunque cabe destacar que fabricantes como Apple están empezando a introducir estas tecnologías en sus pulseras inteligentes para el uso en hospitales o clínicas.

A continuación, se detalla una lista de las pulseras inteligentes más comercializadas hasta el momento, especificando sus características.

- **Xiaomi Mi Smart Band 4**

La novedad principal de esta pulsera de actividad creada por la marca Xiaomi es el uso de la pantalla AMOLED a color, renovando su línea de wearable más popular. El diseño es muy similar a la pulsera de anterior generación, la Xiaomi Mi Band 3, pudieron utilizar las mismas correas para su uso. Al incorporar esta nueva pantalla se hace más intuitiva cuando se utiliza y mejorada para hacer un seguimiento del ejercicio.



*Figura 6. Xiaomi Mi Smart Band 4
Fuente: pccomponentes.com*

Utiliza tecnología Bluetooth 5.0 BLE, acelerómetro, giroscopio, sensor de frecuencia cardíaca PPG y un sensor de proximidad. Tiene el certificado de resistencia IP68 y es capaz de resistir hasta 5 atmósferas, unos 50 metros de profundidad. Cabe destacar que con esta pulsera de

actividad es posible la monitorización de actividades acuáticas como la natación, mejora a destacar de otras pulseras o de la generación anterior. Una de las características a destacar de esta pulsera de actividad es la relación calidad/precio haciendo que esté al alcance de cualquier persona por solamente 34,99 euros.

- **Polar A370**

Es una pulsera de actividad enfocada al deporte. La propia tecnología de este wearable detecta cuando estamos realizando una actividad física o cuando estamos en reposo. En este último caso, la pulsera recoge datos en intervalos más amplios para un ahorro de la batería. A medida que el pulso aumente, la pulsera empieza a monitorizar y actualizar los datos de forma más frecuente. Permite registrar la frecuencia cardíaca de forma continua.



*Figura 7. Polar A370
Fuente: amazon.es*

Sin embargo, esta pulsera de actividad no incluye tecnología GPS, pero mediante aplicaciones móviles o el acelerómetro interno suplen esta carencia y ahorran el consumo de batería. Otra desventaja que presenta esta pulsera es su elevado precio en comparación con el resto de smartband disponibles en el mercado, con un precio de 119,99 euros.

- **Honor Band 5**

Esta pulsera de actividad creada por la marca Honor sigue el estilo de otras pulseras de actividad que están disponibles en el mercado. Tiene un cuerpo sutil que se adapta bien a la pulsera generando una buena experiencia a la hora de usarla frecuentemente. Ofrece contador de

pasos, calorías, registro de la frecuencia cardíaca, seguimiento del sueño, medición de distancia, nivel de oxígeno en sangre y detección de actividad



Figura 8. Honor Band 5
Fuente: amazon.es

Es una excelente pulsera con relación calidad/precio, dando solvencia a la marca Honor como una de las mejores marcas para el uso de wearables. Ofrece algo sencillo, pero a la vez suficiente e intuitivo para todos los usuarios y capaz de adaptarse para monitorizar nuestras actividades físicas como un complemento para nuestro dispositivo móvil. Está disponible por 29,99 euros.

- **Fitbit Inspire HR**

Esta pulsera de actividad creada por la marca Fitbit es la más económica de la propia marca, por lo que sus características y diseño es algo esperable. Es una pulsera enfocada para esas personas que solamente buscan funciones básicas de monitorización como cuentapausos, registro del sueño y pulsaciones. También se pueden registrar actividades deportivas, aunque la falta de GPS integrado nos limita la información proporcionada a la hora de realizar actividades físicas.



Figura 9. Fitbit Inspire HR
Fuente: amazon.es

- **Garmin VivoSmart 4**

La pulsera creada por Garmin, la conocida marca en el mundo del deporte, se adapta bien a todas las personas, realizando tareas como el seguimiento del estado físico, analizando el estado físico de las personas para determinar cuándo deben descansar o esforzarse más. Es apta para el uso en natación y monitoriza las actividades acuáticas gracias a los sensores y giroscopio que tiene la propia pulsera.



Figura 10. Garmin VivoSmart 4
Fuente: amazon.es

4.3.2. Aplicaciones móviles

En este apartado se va a detallar aplicaciones móviles enfocadas al deporte, las mismas aplicaciones que se han utilizado en la encuesta creada para determinar el conocimiento de los usuarios sobre aplicaciones móviles y smartband.

- **Activity Tracker**

Es una aplicación sencilla que hace un recuento de los pasos. No registra la ubicación, por lo que no necesita la tecnología GPS para su funcionamiento. En ella puedes ver de forma gráfica los pasos que has realizado, las kcal quemadas, la distancia recorrida y el tiempo empleado. Puedes ajustar tu altura y peso para así definir mejor las kcal quemadas. Esta aplicación se puede utilizar sin un wearable o smartband.



Figura 11. Activity Tracker
Fuente: whatmobile.net

- **Adidas Running by Runtastic**

Aplicación enfocada al running y realización de actividad física. Es una aplicación gratuita y permite registrar los entrenamientos realizados en tiempo real utilizando la tecnología GPS. Dispone de un sistema de entrenamientos con disponibilidad de tener un entrenador por voz. Monitoriza tu progreso mediante estadísticas de los entrenamientos realizados. Posee un plan premium con funciones especiales como entrenamientos personalizados, reproductor de música, editar y guardar tus rutas o un informe semanal.

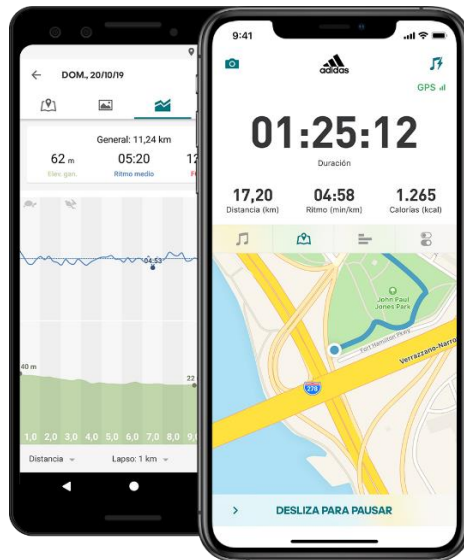


Figura 12. adidas Running by Runtastic
Fuente: Runtastic.com

- **Endomondo**

Aplicación creada por la marca Under Armour, enfocado para el entrenamiento personal. Puedes registrar actividades deportivas como correr, practicar ciclismo o salir a caminar. También tienes la posibilidad de conectar con tus amigos para recibir una motivación extra a la hora de realizar los entrenamientos. Utiliza la tecnología GPS para detallar donde has realizado la actividad deportiva.



Figura 13. Endomondo
Fuente: endomondo-sports-tracker.softonic.com

- **Google Fit**

Aplicación creada por Google en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la asociación estadounidense del corazón. Permite registrar tus entrenamientos desde tu teléfono o pulsera de actividad, monitoriza los entrenamientos, posibilidad de conectar con otras aplicaciones y dispositivos para obtener un estudio personalizado de tu estado de salud.



Figura 14. Google Fit

Fuente: andro4all.com

- **Nike Training**

Una de las aplicaciones más descargadas durante el confinamiento. Esta aplicación creada por Nike nos ofrece entrenamientos para hacer desde casa. Nos ofrecen consejos de expertos, diseñando entrenamientos específicos para cada zona del cuerpo, diferenciando niveles de entrenamiento para que, tanto personas que realizan actividades físicas de forma ocasional o de manera profesional, puedan realizar actividades deportivas desde su propio hogar.

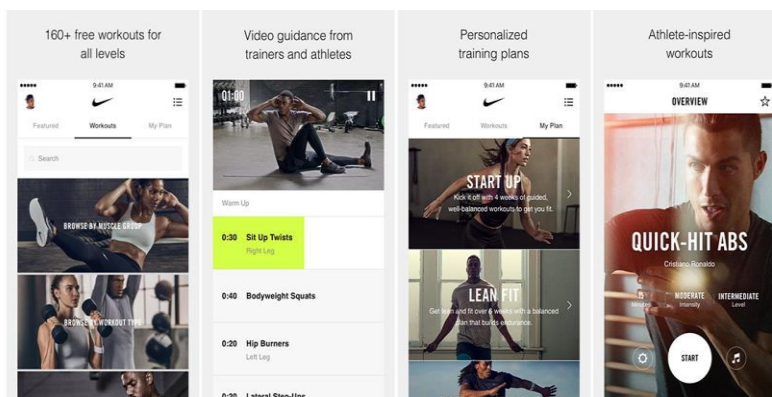


Figura 15. Nike Training

Fuente: spinningandyoga.co.za

5. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es la realización de una aplicación enfocada al ámbito sanitario para poder prevenir posibles enfermedades cardiovasculares a través de la medición de ciertos parámetros importantes, como el pulso, los pasos realizados diariamente, el tipo de vida que sigue el usuario que utilice la aplicación. Todo ello mediante una pulsera inteligente para la monitorización de estos, realizando además un estudio de estos parámetros. Dependiendo de sus hábitos la aplicación le facilitará al usuario posibles acciones y tareas para mejorar su salud y prevenir enfermedades cardiovasculares. Posteriormente se facilitará un pequeño formulario sobre aptitudes enfocadas a la salud del usuario y la experiencia que han tenido con la aplicación, para poder mejorar tanto la aplicación como la experiencia de usuario.

Con los inminentes avances tecnológicos en los últimos años, una de las líneas de trabajo más notables y beneficiosas es la realización de aplicaciones orientadas a la salud. Para acercar la tecnología a este ámbito se han desarrollado instrumentos, como las pulseras inteligentes, que intenta sustituir las herramientas convencionales como el podómetro, para la medición de los pasos que realiza un paciente a lo largo del día, o el pulsioxímetro para la medición del nivel de oxígeno en sangre.

Para la realización de este proyecto se precisa de unos conocimientos previos sobre salud, enfermedades cardiovasculares, hábitos saludables y la creación de formularios para realizar el estudio sobre la experiencia de usuario. Todo este tipo de conocimientos han ido en aumento acorde a la elaboración del proyecto.

Por lo tanto, la aplicación que se va a desarrollar va a ser capaz de medir una serie de parámetros para poder realizar un estudio posterior sobre el tipo de vida del usuario que utiliza la aplicación. Para poder realizar el estudio se monitorizará a una serie de personas seleccionadas, respetando su privacidad y con su consentimiento para realizar este estudio. Consideraremos que la aplicación cumple sus objetivos si es posible obtener los datos de los usuarios a través de la pulsera inteligente. A través del estudio de los datos podremos diferenciar y clasificar a los usuarios para ofrecerles una información más detallada sobre pautas a seguir para mejorar su salud, ayudándoles para prevenir futuras enfermedades cardiovasculares.

Para poder tener retroalimentación del proyecto se diseñará y facilitará una encuesta, donde los usuarios responderán a diferentes preguntas enfocadas a la salud, tipo de alimentación que siguen, frecuencia de realización de deporte, si está siguiendo algún tipo de tratamiento

médico... Las respuestas a estas preguntas serán visibles solamente por la persona encargada del proyecto, respetando los derechos de privacidad del usuario que realice el cuestionario.

También tendrá que rellenar una encuesta-cuestionario, esta vez enfocado a la aplicación desarrollada, para poder ver su nivel de satisfacción con el proyecto y respondiendo a preguntas como: si recomendarían la aplicación a otras personas, si es la primera vez que utilizan una aplicación de estas características. Si los usuarios tuvieran alguna queja relacionada con la aplicación, en el cuestionario habrá un apartado de sugerencias para así poder analizar la experiencia de usuario con la aplicación y realizar futuras mejoras.

Hay que destacar que es un proyecto ambicioso, ya que requiere una gran cantidad de conocimientos tecnológicos y de salud para una correcta implementación, pero a su vez contemplamos que es asequible con el tiempo estimado y que puede constituir la base de futuras investigaciones en este campo.

6. Metodología

En este apartado se especifican las herramientas utilizadas durante el desarrollo del proyecto en el ámbito de la ingeniería del software. La ingeniería del software estudia la creación de software confiable y de calidad basándose en métodos y técnicas de ingeniería. La creación de software es un proceso creativo en el que se establecen unas pautas y modelos para conseguir el objetivo deseado en el menor tiempo posible y con los menos contratiempos posibles.

6.1. Metodología ágil

La metodología utilizada en el desarrollo de este proyecto se enmarca en el conjunto de metodologías definidas como metodologías de desarrollo ágil del software. Este conjunto de metodologías se caracteriza por el desarrollo iterativo, donde los requisitos y soluciones evolucionan a través de la colaboración. Con este tipo de metodología el proyecto recibe una mayor retroalimentación que proporciona exactitud y entregas sucesivas del sistema software.

La metodología utilizada ha sido Scrum [8], cuyo principal objetivo es obtener el mejor resultado posible del proyecto mediante entregas periódicas en un corto plazo de tiempo. Al estar sujeto a cambios constantes de los requisitos de la aplicación, se ha elegido esta metodología porque permite una gran capacidad de adaptación y reacción a la hora del desarrollo software.

Los principales aspectos que destacar en esta metodología son:

- La capacidad de innovación a la hora de volver a redefinir los requisitos o corregir algún requerimiento que proporciona el usuario para conseguir mejoras o nuevas soluciones a los requisitos estipulados.
- La competitividad para obtener rentabilidad del proyecto a desarrollar.
- Flexibilidad a la hora de definir los requisitos que necesita el usuario para tener una buena experiencia a la hora de utilizar la aplicación.
- La productividad a la hora de realizar las tareas. Cuanto menor sea el tiempo empleado y se consiga cumplir la tarea propuesta, podemos considerar que la elaboración es productiva.

6.2. Fases de desarrollo

En este apartado se especifican las fases seguidas para la elaboración del proyecto:

- **Análisis de requerimientos:** En esta primera etapa se realiza un estudio exhaustivo de los objetivos y requerimientos que se van a desarrollar.
- **Diseño:** Después de analizar los requerimientos, se empiezan a realizar bocetos, pruebas de bajo nivel para tener una mayor percepción visual de cómo va a ser el producto que se quiere desarrollar
- **Desarrollo software:** Consiste en la realización de las funcionalidades especificadas en la etapa de análisis de requerimientos y siendo fieles a los bocetos realizados en la etapa del diseño.
- **Pruebas:** Una vez realizado el conjunto de funcionalidades del proyecto, se estudia la calidad de producto generado y las posibles mejoras que se pueden realizar. Si no cumple con las expectativas se volvería a realizar todo el proceso de desarrollo del proyecto.

6.3. Requisitos mínimos

Para el desarrollo del proyecto son necesarios una serie de requisitos mínimos con los que poder realizarlas:

- Smartphone con Android 4.4 o superior: Es necesario para el correcto funcionamiento de la tecnología Bluetooth Low Energy (BLE), necesaria para realizar la conectividad entre la Smart band y el smartphone.
- Smart band Xiaomi Mi Band 4: Smart band seleccionada para la realización del proyecto y con la cual se ha realizado las pruebas de validación de este.

6.4. Herramientas Software.

En este apartado se describen las herramientas software empleadas para la realización del proyecto y la finalidad de cada una de ellas

6.4.1. Documentación.

Para la realización de la documentación de la memoria se ha utilizado un editor de textos complementándola con una herramienta para poder realizar copias de seguridad en la nube y almacenar tanto la memoria como archivos que se han ido utilizando para la realización de esta.

- **Dropbox.** Herramienta para realizar copias de seguridad en la nube y tener sincronizados los documentos de forma remota, para compartir la información con el tutor del proyecto.
- **Microsoft Word 2020.** Programa informático orientado al procesamiento de textos que viene integrado en el paquete ofimático Microsoft Office. Se ha utilizado esta herramienta para la realización de la memoria, utilizando la guía de estilos facilitada por la Universidad de Alicante para la elaboración de trabajos de fin de grado.



Figura 16. Logo Dropbox y Word
Fuente: iconscout.com y es.wikipedia.org

6.4.2. Planificación y Gestión del Proyecto.

Para la correcta planificación del proyecto se ha utilizado herramientas software que permite reducir los costes temporales y económicos en el desarrollo de un proyecto. Esta planificación y gestión del tiempo se ha logrado a través del uso de herramientas que se han ido utilizando durante la carrera y con la que se tenía cierta familiaridad.

- **Trello.** Una de las herramientas más útiles para la creación de tableros KANBAN, donde creamos bloques de tareas a realizar durante un periodo de tiempo detallado. Para la realización de este proyecto se han creado dos subdivisiones de bloques de trabajos: las tareas orientadas a la realización del proyecto y las relacionadas con la memoria del proyecto. Estos bloques tienen la misma distribución: “Lista de tareas”, donde se

especifican todas las tareas a realizar, “En proceso”, las tareas que se están realizando en un preciso momento y “Hecho”, lista de las tareas realizadas.

- **Toggl.** Herramienta ideal para determinar el tiempo que se ha empleado para la realización de cada tarea. Esta herramienta se sincroniza con Trello. En el panel de Trello se puede seleccionar una tarea y empezar a contabilizar el tiempo empleado para la realización de dicha tarea. También sirve para dar constancia del tiempo empleado para la realización del proyecto y determinar la productividad de las horas en función al trabajo realizado y las horas empleadas.
- **Tom’s Planner.** Se trata de una herramienta online para crear diagramas de Gantt y tener una mejor planificación del proyecto, de una manera sofisticada, flexible y con una perspectiva amplia de las tareas y de la marca de tiempo que supone el proyecto



Figura 17 Logo Trello, Toggl y Tom’s Planner
Fuente: icon-icons.com, toggl.com y facebook.com

6.4.3. Diseño.

En la etapa de diseño se empiezan a plasmar las ideas sobre el proyecto y hacer el diseño final de la aplicación que se quiere obtener.

- **Figma.** Aplicación online para diseñar interfaces del proyecto a realizar que se puede ejecutar en el navegador para tener una primera impresión sobre el proyecto.
- **Draw.io.** Herramienta online para crear todo tipo de diagramas.



Figura 18. Figma y Draw.io
Fuente Pinterest.com y info.seibert-media.net

6.4.4. Desarrollo.

En este bloque se exponen todas las herramientas y programas informáticos utilizados para la realización del proyecto.

- **Android Studio.** Entorno de desarrollo integrado oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android. Es un potente editor de código e incluye herramientas para desarrolladores. Ofrece funciones que aumentan la productividad, como la capacidad de emular la aplicación creada en nuestro propio teléfono móvil.
- **GitHub.** Sistema de gestión de proyectos y control de versiones de código, así como una plataforma de red social diseñada para desarrolladores. En el proyecto se ha utilizado para mantener un control de versiones y tener almacenado el proyecto en un lugar seguro.
- **Ionic.** Framework de código abierto que se utiliza en el desarrollo de aplicaciones móviles híbridas: combinan HTML5, CSS y JavaScript dando como resultado aplicaciones con una interfaz amigable e intuitiva para ambas plataformas móviles como Android o IOS.
- **Postman.** Herramienta dirigida a desarrolladores web que permite realizar peticiones HTTP a cualquier API. Útil para hacer pruebas y obtener las respuestas del backend de una manera más intuitiva.
- **Visual Studio.** Es un entorno de desarrollo integrado, creado por la compañía Microsoft. Proporciona servicios integrales para facilitar al desarrollador o programador la creación de software, permitiendo desarrollar aplicaciones, sitios y aplicaciones web. Se ha utilizado esta aplicación como entorno de implementación del código.
- **Azure SQL Database.** Servicio de base de datos relacional, inteligente y escalable creado para la nube. Es una base de datos totalmente administrada, automatiza las actualizaciones, el aprovisionamiento y las copias de seguridad, lo que permite centrarse en el desarrollo de aplicaciones.
- **Google Forms.** Herramienta de la compañía Google que permite realizar formularios y encuestas para recopilar información de manera fácil y eficiente.



*Figura 19. Android Studio, GitHub, Ionic, Postman, Visual Studio, Azure SQL Database, Google Forms
Fuente: androidstudio.com, github.com, ionicframework.com, postman.com, visualstudio.com,
azure.com, google.com*

6.5. Herramientas Hardware.

En este apartado se va a describir el hardware empleado para el desarrollo del proyecto. Se ha utilizado un teléfono móvil para probar el correcto funcionamiento de la aplicación y una pulsera de actividad Mi Band 4 con la que poder realizar la monitorización del pulso.

6.5.1. Xiaomi Mi Band 4.

Se ha utilizado esta pulsera de actividad para mejorar las herramientas hardware empleadas en los anteriores trabajos de fin de grado relacionados, ya que utilizaban la Xiaomi Mi Band 2 o la Xiaomi Mi Band 3. Otro de los motivos por el cual se ha decidido utilizar esta pulsera es el hecho de que es una de las pulseras más vendidas y que su relación calidad/precio está al alcance de todos.

Al igual que en los trabajos de fin de grado anteriores, los fabricantes tampoco proporcionan ningún tipo de SDK o API abierta con la que poder trabajar con tecnología interna de la propia pulsera. Toda la información que se ha podido obtener de la pulsera ha sido a través de un proceso de ingeniería inversa utilizando la tecnología Bluetooth Low Energy (BLE).



Figura 20. Xiaomi Mi Smart Band 4
Fuente: mi.com

6.5.2. Samsung Galaxy A50.

Tanto la implementación como las pruebas se han realizado en el teléfono móvil particular de la persona encargada del desarrollo del proyecto. Se han realizado pruebas en otros teléfonos móviles, pero todos ellos con el sistema operativo Android. Este teléfono móvil utiliza la versión 10 del sistema operativo Android, compatible con la tecnología BLE utilizada. Esta tecnología es compatible a partir de la versión 4.4 de Android. También utiliza la versión Bluetooth 5.0, la más reciente, por lo que no ha supuesto ningún problema a la hora de realizar la conexión entre la pulsera y el teléfono móvil.



Figura 21. Samsung Galaxy A50
Fuente: samsung.com

6.6 Ingeniería Inversa

La ingeniería inversa es el proceso o técnica de descubrir los principios tecnológicos de un producto, herramienta, dispositivo o sistema. Este descubrimiento se puede realizar mediante el razonamiento abductivo de su estructura, función y operación. Se denomina así porque avanza en dirección opuesta a las tareas habituales de ingeniería, que consisten en utilizar datos técnicos para elaborar un producto determinado.

Aplicar esta técnica supone profundizar en el estudio de su funcionamiento, hasta el punto de poder llegar a entender, modificar y mejorar dicho modo de funcionamiento del producto seleccionado. Nunca cambia la funcionalidad del producto objeto de la aplicación, sino que permite obtener productos que indican cómo se ha construido el mismo.

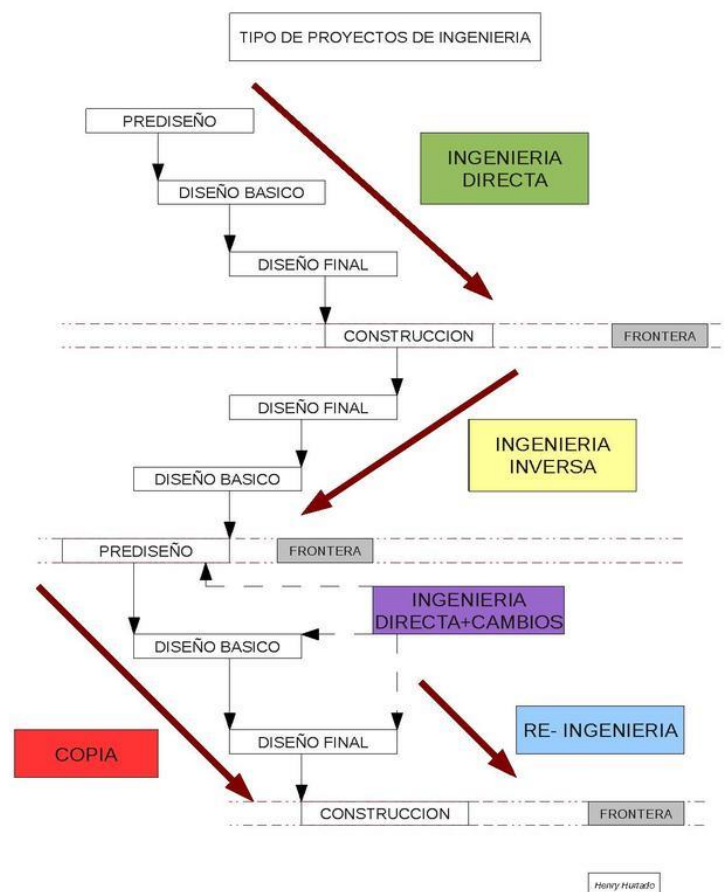


Figura 22. Metodología Ingeniería Inversa
Fuente: wikipedia.org

La utilización de esta técnica nos permite obtener varios beneficios:

- Reducir la complejidad del sistema.
- Generar diferentes alternativas.
- Detectar efectos laterales.
- Facilitar la reutilización.

Por todas estas razones, se ha empleado esta técnica para obtener la mayor información posible sobre la pulsera inteligente. La empresa Xiaomi no facilita ningún tipo de SDK ni API abierta para poder trabajar de forma libre y desarrollar aplicaciones de terceros.

7. Análisis y especificación

En este apartado se expone el proceso de análisis y especificación que se ha realizado en los primeros momentos de realización del proyecto. Un buen análisis y especificación de las funcionalidades que se van a realizar durante el proyecto nos evitará desechar código, funcionalidades y, sobre todo, tiempo para el desarrollo de este.

Para evitar este tipo de contratiempos se realiza un listado de las características del proyecto, estableciendo así las funcionalidades principales del proyecto.

7.1 Características del sistema

Para determinar las funcionalidades del proyecto se ha realizado una lista con las diferentes características principales que debe cumplir la aplicación para determinar que el objetivo del proyecto se ha cumplido. Se ha determinado la siguiente categorización de las características del proyecto para una rápida visualización:

- **Identificador:** Etiqueta que identifica la característica
- **Nombre:** Definición de la característica.
- **Descripción:** Breve texto explicativo.
- **Grado:** Consideración de la prioridad que se debe otorgar. Rango de determinación: Bajo-Medio-Alto.

Tabla 22. Característica del sistema 1

Identificador	CS-01
Nombre	Aplicación móvil
Descripción	Creación de una aplicación móvil
Grado	Alto

Tabla 23. Característica del sistema 2

Identificador	CS-02
Nombre	Comunicación entre el teléfono móvil y la pulsera
Descripción	Se debe establecer una comunicación entre los dispositivos.

Grado	Alto
--------------	------

Tabla 24. Característica del sistema 3

Identificador	CS-03
Nombre	Gestión datos de la pulsera
Descripción	La aplicación debe gestionar los datos del ritmo cardíaco del usuario
Grado	Alto

Tabla 25. Característica del sistema 4

Identificador	CS-04
Nombre	Gestión datos del dispositivo
Descripción	La aplicación debe gestionar los datos referentes a los pasos y tiempo empleado por el usuario a la hora de realizar un entrenamiento.
Grado	Alto

7.2 Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales son los que describen la actividad que la aplicación debe realizar. Para cada requisito funcional de la aplicación recibe un conjunto de funcionalidades de entrada, comportamientos, y se obtiene un resultado que debe ser acorde o coincidir con el resultado esperado.

Para determinar estos requisitos, se ha elaborado un conjunto de tablas con la siguiente nomenclatura:

- **Identificador:** Código de referencia.
- **Nombre:** Definición del requisito.
- **Descripción:** Breve texto explicativo.
- **Grado:** Consideración de la prioridad que se debe otorgar. Rango de determinación: Bajo-Medio-Alto.
- **Dependencia:** Código de referencia de los requisitos que necesitan para cumplir el requisito.

Tabla 26. Requisito funcional 1

Identificador	RF-01
Nombre	Registro usuario
Descripción	La aplicación debe registrar al usuario, almacenando su información en la base de datos
Grado	Alto
Dependencia	-

Tabla 27 . Requisito funcional 2

Identificador	RF-02
Nombre	Iniciar sesión
Descripción	La aplicación debe de autenticar a los usuarios
Grado	Alto
Dependencia	RF-01

Tabla 28. Requisito funcional 3

Identificador	RF-03
Nombre	Consultar entrenamientos
Descripción	La aplicación debe mostrar la información referente a los entrenamientos recomendados
Grado	Bajo
Dependencia	-

Tabla 29. Requisito funcional 4

Identificador	RF-04
Nombre	Consultar enfermedades
Descripción	La aplicación debe mostrar la información referente a las enfermedades.
Grado	Bajo
Dependencia	-

Tabla 30. Requisito funcional 5

Identificador	RF-05
Nombre	Vincular la pulsera con la aplicación
Descripción	La aplicación debe vincular la pulsera con el teléfono móvil.
Grado	Alto
Dependencia	-

Tabla 31. Requisito funcional 6

Identificador	RF-06
Nombre	Lectura del ritmo cardíaco
Descripción	La aplicación debe mostrar la lectura del ritmo cardíaco del paciente.
Grado	Alto
Dependencia	RF-05

Tabla 32. Requisito funcional 7

Identificador	RF-07
Nombre	Información del entrenamiento
Descripción	La aplicación debe contabilizar los pasos y el tiempo empleado por el usuario a la hora de realizar un entrenamiento
Grado	Alto
Dependencia	RF-05

7.3 Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales incorporan las características globales de la aplicación para determinar la calidad de esta. Se determinan las restricciones o condiciones de uso de la aplicación.

Para determinar estos requisitos, se ha elaborado un conjunto de tablas con la siguiente nomenclatura:

- **Identificador:** Código de referencia.
- **Nombre:** Definición del requisito.
- **Descripción:** Breve texto explicativo.
- **Grado:** Consideración de la prioridad que se debe otorgar. Rango de determinación: Bajo-Medio-Alto.

Tabla 33. Requisito no funcional 1

Identificador	RNF-01
Nombre	Hardware
Descripción	La aplicación necesita de un teléfono móvil y una smartband
Grado	Alto

Tabla 34. Requisito no funcional 2

Identificador	RNF-02
Nombre	Multiplataforma
Descripción	La aplicación debe poder ejecutarse en los sistemas operativos Android y iOS
Grado	Alto

Tabla 35. Requisito no funcional 3

Identificador	RNF-03
Nombre	Rendimiento
Descripción	La aplicación debe ser consistente y lo más robusta posible
Grado	Alto

Tabla 36. Requisito no funcional 4

Identificador	RNF-04
Nombre	Seguridad
Descripción	La aplicación debe cumplir las normas de seguridad y protección de datos personales.
Grado	Alto

Tabla 37. Requisito no funcional 5

Identificador	RNF-05
Nombre	Usabilidad
Descripción	La aplicación debe tener un diseño coherente e intuitivo para
Grado	Alto

7.4 Casos de uso

En este último apartado referente al análisis y especificación de la aplicación, se va a describir los casos de uso de la aplicación. Los casos de uso determinan las actividades que pueden realizar los usuarios y las respuestas esperadas por la aplicación para definir el uso correcto de la aplicación.

Para determinar estos casos de uso, se ha elaborado un conjunto de tablas con la siguiente nomenclatura:

- **Identificador:** Código de referencia.
- **Nombre:** Definición del caso de uso.
- **Propósito:** Breve texto informativo de la actividad.
- **Respuesta:** Reacción esperada de la aplicación.

Tabla 38. Casos de uso 1

Identificador	CU-01
Nombre	Inicio
Propósito	El usuario abre la aplicación
Respuesta	La aplicación se abre y carga la información

Tabla 39. Casos de uso 2

Identificador	CU-02
Nombre	Login
Propósito	El usuario introduce correo y contraseña
Respuesta	La aplicación autentifica la información y le redirecciona a la página Información

Tabla 40. Casos de uso 3

Identificador	CU-03
Nombre	Registro
Propósito	El usuario accede a la página de registro
Respuesta	La aplicación muestra un formulario con los datos necesarios para registrarse en la aplicación

Tabla 41. Casos de uso 4

Identificador	CU-04
Nombre	Información
Propósito	El usuario abre la página inicial Información
Respuesta	La aplicación muestra una lista de preguntas sobre el funcionamiento de la aplicación

Tabla 42. Casos de uso 5

Identificador	CU-05
Nombre	Perfil
Propósito	El usuario abre la página Perfil
Respuesta	La aplicación muestra una lista de información sobre el usuario registrado.

Tabla 43. Casos de uso 6

Identificador	CU-06
Nombre	Pulsera
Propósito	El usuario abre la página Pulsera
Respuesta	La aplicación muestra la información relevante a la pulsera inteligente utilizada

Tabla 44. Casos de uso 7

Identificador	CU-07
Nombre	Deporte
Propósito	El usuario abre la página Deporte

Respuesta	La aplicación muestra un temporizador, un contador de pasos, información sobre los pasos realizados y del tiempo empleado, y un botón para iniciar el entreno
------------------	---

Tabla 45. Casos de uso 8

Identificador	CU-08
Nombre	Deporte - Iniciar Entrenamiento
Propósito	El usuario pulsa el botón Iniciar
Respuesta	La aplicación informa al usuario de que empiece a realizar el entrenamiento y la aplicación empieza a contabilizar los pasos y el tiempo empleado. Muestra un botón de Parar

Tabla 46. Casos de uso 9

Identificador	CU-09
Nombre	Deporte – Parar Entrenamiento
Propósito	El usuario una vez iniciado el entrenamiento le da al botón Parar
Respuesta	La aplicación deja de contabilizar los pasos y el tiempo empleado hasta el momento y guarda la información sobre los pasos y el tiempo empleado en ese momento. Muestra dos botones de Continuar o Reiniciar.

Tabla 47. Casos de uso 10

Identificador	CU-10
Nombre	Deporte – Reiniciar
Propósito	El usuario pulsa el botón Reiniciar
Respuesta	La aplicación elimina la información referente a los pasos y al tiempo empleado y la información vuelve a cero. Muestra botón Iniciar

Tabla 48. Casos de uso 11

Identificador	CU-11
Nombre	Deporte – Continuar
Propósito	El usuario pulsa el botón Continuar
Respuesta	La aplicación vuelve a contabilizar los pasos y el tiempo empleado para el entrenamiento. Muestra el botón Parar.

Tabla 49. Casos de uso 12

Identificador	CU-12
Nombre	Menú
Propósito	El usuario pulsa el icono de menú de hamburguesa
Respuesta	La aplicación muestra una lista de las diferentes páginas que dispone la aplicación

Tabla 50. Casos de uso 13

Identificador	CU-13
Nombre	Enfermedades
Propósito	El usuario abre la página Enfermedades del Menú
Respuesta	La aplicación empieza a cargar la información relevante a las enfermedades y muestra un listado de ellas.

Tabla 51. Casos de uso 14

Identificador	CU-14
Nombre	Entrenamientos
Propósito	El usuario abre la página Entrenamientos del Menú
Respuesta	La aplicación carga la información

Tabla 52. Casos de uso 15

Identificador	CU-15
Nombre	Monitorizar
Propósito	El usuario abre la página Monitorizar del Menú
Respuesta	La aplicación muestra información sobre cómo realizar la monitorización y un botón para empezar

Tabla 53. Casos de uso 16

Identificador	CU-16
Nombre	Monitorizar – Empezar
Propósito	El usuario sigue los pasos para empezar la monitorización y pulsa el botón Empezar
Respuesta	La aplicación empieza a realizar la lectura del pulso a través de la smartband y muestra un listado del pulso obtenido de parte del usuario.

Tabla 54. Casos de uso 17

Identificador	CU-17
Nombre	Conectar
Propósito	El usuario abre la página Conectar del Menú
Respuesta	La aplicación muestra un botón para escanear los dispositivos Bluetooth

Tabla 55. Casos de uso 18

Identificador	CU-18
Nombre	Conectar – Escanear
Propósito	El usuario pulsa el botón Escanear
Respuesta	La aplicación muestra un listado de los dispositivos Bluetooth disponibles cerca de su rango, mostrando un botón de Conectar

Tabla 56. Casos de uso 19

Identificador	CU-19
Nombre	Conectar – Conectar dispositivo
Propósito	El usuario pulsa el botón Conectar del dispositivo
Respuesta	La aplicación comienza a emparejar el dispositivo con el teléfono móvil. Una vez acabado el procedimiento, muestra un mensaje informando del resultado del emparejamiento.

8. Diseño

Antes de desarrollar la aplicación, debemos crear diseños de esta que cumplan con los requisitos que hemos detallado previamente en el anterior apartado. Mediante la realización de bocetos o diseño de interfaces, se va a obtener una respuesta visual de la aplicación que se quiere desarrollar. También se ha realizado un logotipo y una pantalla de carga provisional para dotar al prototipo de una imagen en fase de desarrollo.

Para determinar el esquema de la base de datos se va a utilizar un esquema entidad-relación. Además, se va a detallar un diseño de la arquitectura conceptual con la finalidad de obtener un concepto de las tecnologías que se va a emplear para el desarrollo del proyecto.

8.1. Diseño de interfaces

Un buen diseño de las interfaces va a permitir agilizar el trabajo a la hora de desarrollar la aplicación. Definir las interfaces con una gran exactitud nos evitará tomar decisiones sobre el diseño en la etapa de desarrollo. El conjunto de las interfaces tiene que dar solución a los requisitos funcionales y no funcionales que se han detallado previamente.

A continuación, se va a mostrar los bocetos iniciales de la aplicación con una baja fidelidad con respecto al prototipo final de esta.

En la Figura 23 se muestra la pantalla de inicio donde el usuario podrá acceder a la página de login o de registro. Como título de esta sección, se muestra el nombre de la aplicación y una breve información sobre la misma.

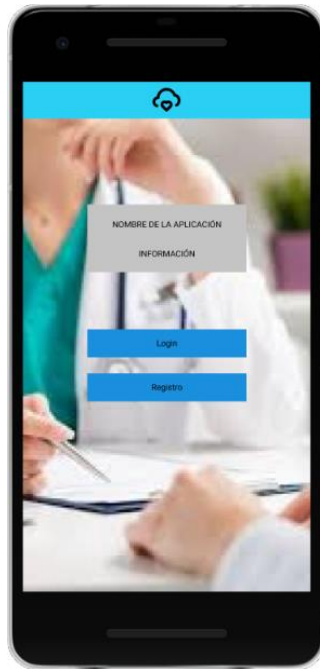


Figura 23. Boceto Inicio

En la Figura 24 se puede observar la pantalla de login de la aplicación. La aplicación solicita unos parámetros como el correo electrónico y la contraseña, para poder comprobar de que dicho usuario está registrado en la aplicación.



Figura 24. Boceto Login

En la Figura 25 se muestra el formulario de registro que debe completar el usuario para registrarse en la aplicación. Se solicita información básica y parámetros específicos como la edad y el peso.

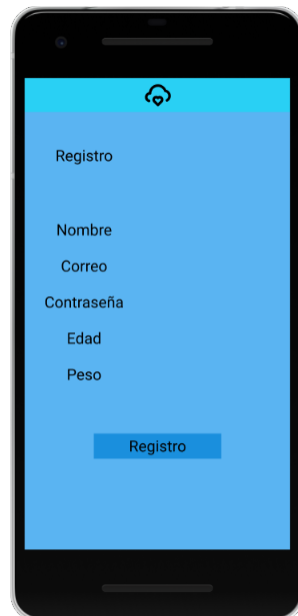


Figura 25. Boceto Registro

En la Figura 26 se muestra la pantalla de inicio una vez se ha logueado el usuario en la aplicación. En ella se puede observar una gráfica lineal mostrando el registro del pulso a lo largo del tiempo, un contador de pasos y el pulso medio del usuario.

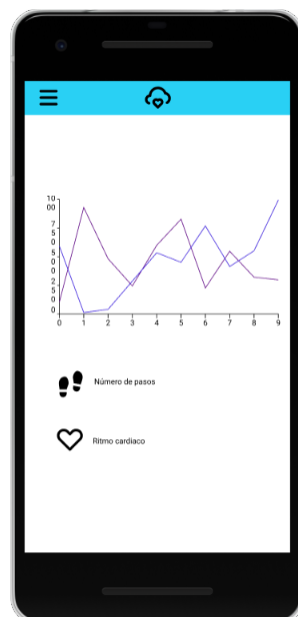


Figura 26. Boceto Deporte

La Figura 27 hace referencia al menú desplegable que se encuentra en la parte superior izquierda de la aplicación. El uso de este menú facilita al usuario a acceder a todas las páginas y funcionalidades que la aplicación ofrece.

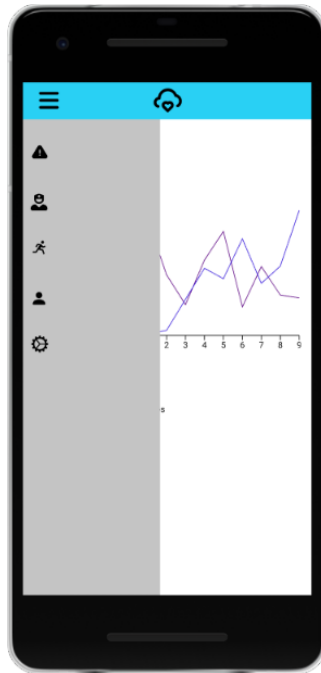


Figura 27. Boceto Menú Hamburguesa

La Figura 28 muestra la página de perfil de usuario, donde se muestra toda la información recogida en el formulario de registro de la aplicación.

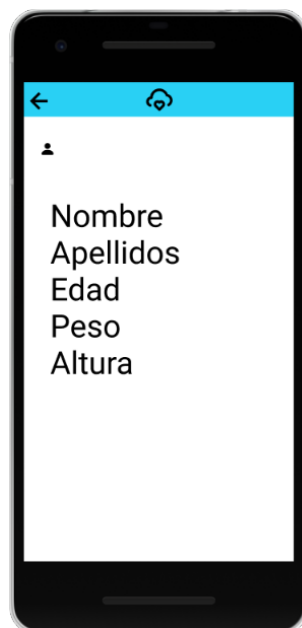


Figura 28. Boceto Perfil Usuario

En la Figura 29 se observa la página de enfermedades. La aplicación enseñará al usuario información relevante sobre los malos hábitos o enfermedades precursoras de padecer en el futuro una enfermedad cardiovascular.

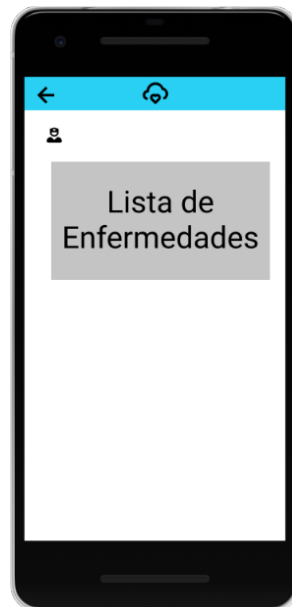


Figura 29. Boceto Enfermedades

La Figura 30 muestra los hábito saludables a seguir por el usuario, recomendando una serie de actividades deportivas para mantener una vida sana y prevenir posibles enfermedades cardiovasculares.



Figura 30. Boceto Entrenamientos

Para que el usuario pueda obtener información sobre cómo funciona la aplicación, en la Figura 31 se muestra una página donde la aplicación listará las preguntas más frecuentes que puede llegar a hacerse el usuario sobre el uso de la aplicación, cómo medir los pasos o cómo monitorizar el pulso cardíaco.



Figura 31. Boceto Información

8.2. Logotipo y pantalla de carga

El logotipo de la aplicación se ha realizado con la mayor simplicidad para que el usuario pueda entender de una primera vista la finalidad de esta: una aplicación conectada con una smartband que nos da información sobre el corazón. Analizando psicológicamente: el uso del color azul en el logotipo y en la aplicación ha sido elegido para transmitir confianza y estabilidad al usuario cuando utilice la aplicación.

A continuación, se muestra una imagen que engloba el resultado de la creación del logotipo de la aplicación y de la pantalla de carga a la hora de iniciar la aplicación.

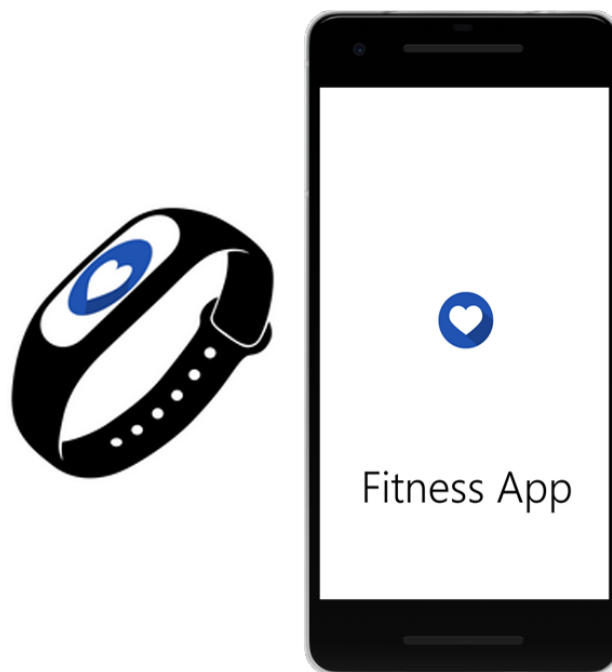


Figura 32. Icono y Pantalla de carga

8.3. Diagrama relacional

El siguiente diseño que se ha implementado ha sido el diagrama conceptual de la base de datos externa donde se muestra los elementos necesarios para un correcto funcionamiento de la aplicación.

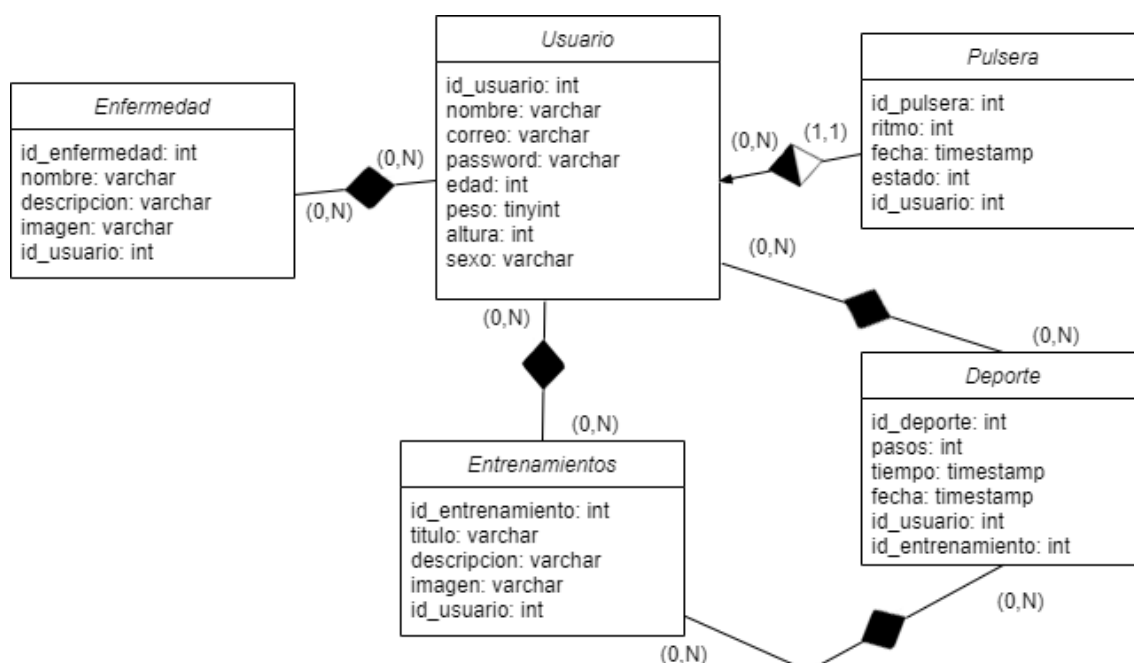


Figura 33. Diagrama relacional de la base de datos

La tabla Usuario es la más importante de la base de datos ya que está conectada con el resto de las tablas. Un usuario debe tener al menos una y solamente una pulsera de actividad registrada en la aplicación y la aplicación guarda la información de esta pulsera, pudiéndose relacionar con muchos usuarios o con ninguno. Para que la pulsera se pueda registrar en la aplicación, debe de estar asociada a un usuario. Un usuario puede seguir muchos entrenamientos y los entrenamientos pueden ser seguidos por muchos usuarios. A su vez, a un usuario se le puede prevenir de muchas enfermedades cardiovasculares y estas enfermedades se pueden relacionar con muchos usuarios de la aplicación. Para determinar la actividad deportiva, en la tabla Deporte se guarda la información relevante sobre los pasos realizados, el tiempo empleado y la fecha en la que se realiza esa actividad deportiva, y está relacionada con el entrenamiento seleccionado y con el usuario.

Mediante la herramienta utilizada Microsoft SQL Server Management Studio para realizar consultas de manera local a la base de datos administrada por Azure SQL Database, se ha obtenido el siguiente diagrama de la base de datos:

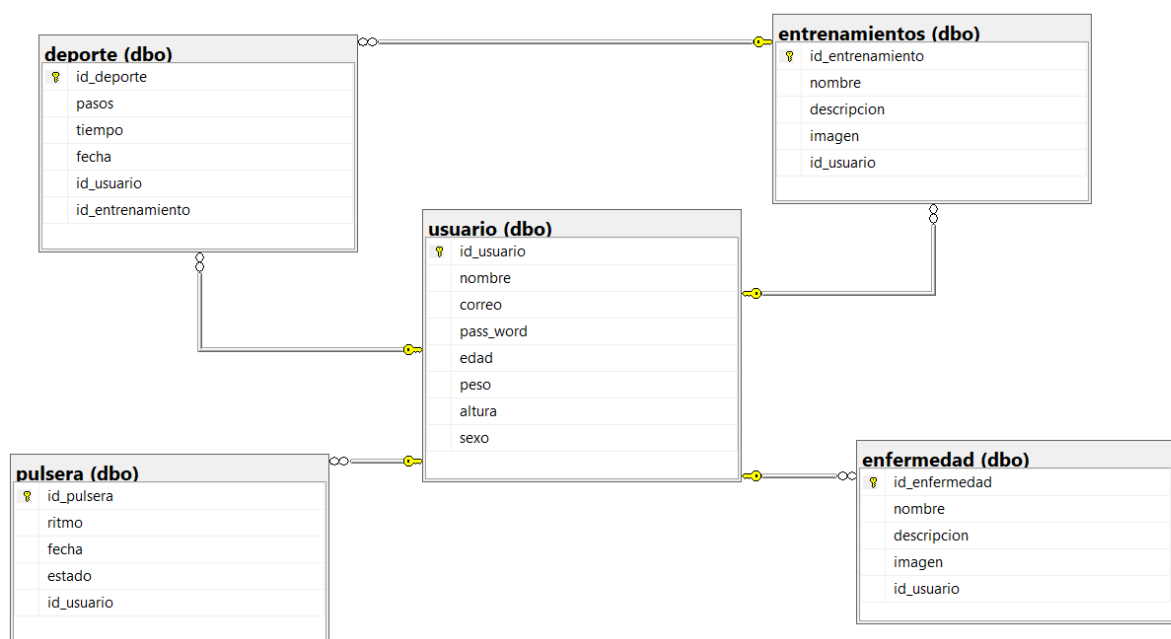


Figura 34. Diseño base de datos

8.4. Diseño arquitectura conceptual

El diseño de la arquitectura conceptual permite definir a grandes rasgos los bloques funcionales que han sido desarrollados para el proyecto. Se han utilizado diversas tecnologías para obtener una solución acorde a las funcionalidades del proyecto. Cabe a destacar el uso de una base de datos sincronizada con la nube, gestionado por los servicios de Azure de Microsoft [9].

En la siguiente imagen se representa el esquema general de la tecnología que utiliza la aplicación:

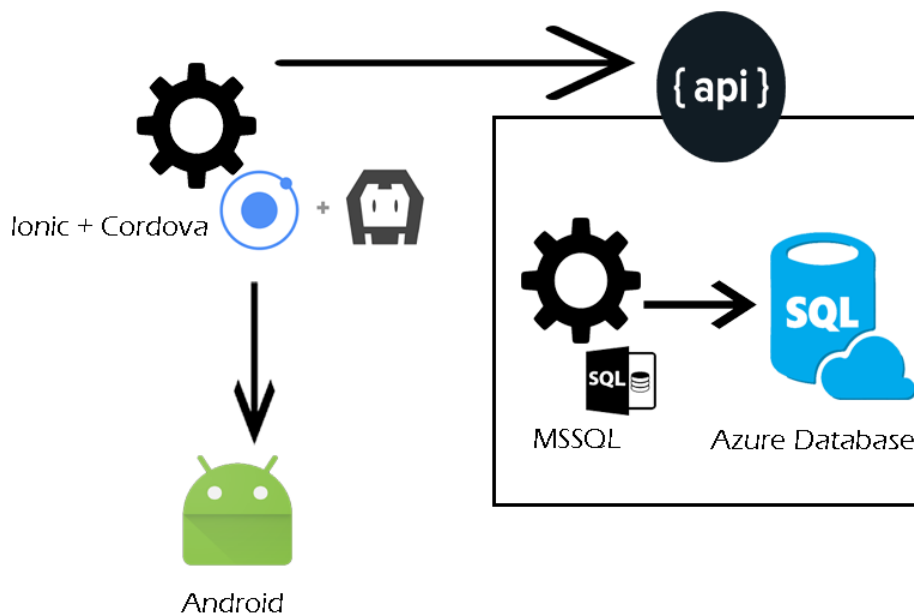


Figura 35. Diagrama Arquitectura

La aplicación se desarrolla mediante el framework de Ionic junto a los plugins proporcionados por Cordova. La aplicación está conectada a una API RESTful creada para almacenar los datos que se utilizan en la aplicación. La API RESTful se desarrolla mediante JavaScript y utiliza los servicios de Microsoft SQL Server (MSSQL) para establecer conexión con la base de datos alojada en los servidores de Azure SQL Database.

Una vez desarrollada la aplicación, mediante un comando de Ionic se prepara y compila la aplicación para poder utilizarse en un sistema operativo, en este caso se ha implementado en Android.

9. Implementación

En el siguiente apartado se documenta el proceso de desarrollo de la aplicación. Se ha dividido el desarrollo en dos bloques, los cuales son la creación de la API RESTful **[10]** conectada a la base de datos gestionada por Azure y desarrollo de la aplicación móvil.

En este apartado también se documenta los problemas encontrados durante la implementación y las soluciones que se han tomado.

9.1. API RESTful

Para la realización de la API RESTful se ha utilizado como lenguaje de programación JavaScript utilizando el entorno de ejecución NodeJS, que nos permite ejecutar en el servidor, de manera asíncrona, con una arquitectura orientada a eventos. Junto a NodeJS, se ha utilizado el framework Express, que es una infraestructura de aplicaciones web mínima, flexible y de código abierto que nos proporciona un conjunto de características útiles para la realización de la aplicación móvil.

En cuanto a la base de datos se ha utilizado los servicios que ofrece Azure SQL Database, servicio de base datos relacional, inteligente y escalable creado para la nube. Se ha decidido el uso de esta tecnología para innovar y desarrollar un proyecto acorde a las nuevas tecnologías que tenemos disponibles hoy en día. La creación de la base de datos ha sido guiada por la documentación que proporciona Microsoft.

A la vez que se ha ido creando la base de datos, se ha ido añadiendo información de prueba para comprobar el correcto funcionamiento de este y mostrando dicha información añadida.

Cabe a destacar la configuración de la API RESTful con la base de datos para poder establecer una conexión y poder obtener los resultados a través peticiones GET. Para la conexión de la base de datos ha sido necesaria la búsqueda de información sobre cómo realizar este proceso. Una vez obtenida esta información se han configurado los parámetros que precisa la API RESTful para establecer la conexión con base de datos en la nube. Dicha configuración requiere el uso de los servicios de Microsoft SQL Server (MSSQL).

9.2. Aplicación Móvil

Para el desarrollo de la aplicación móvil se ha utilizado Ionic 5, framework de código abierto que combina HTML5, CSS, JavaScript, Cordova y Angular para crear aplicaciones móviles híbridas con la finalidad de poder utilizar estas aplicaciones en sistemas operativos como Android o iOS.

Ionic trabaja sobre Cordova, un conjunto de librerías JavaScript que permite al desarrollador acceder funciones nativas del propio dispositivo móvil. En este proyecto se ha utilizado para acceder a la información Bluetooth del dispositivo, y al acelerómetro para poder contabilizar los pasos.

En relación con la estructuración del código, se ha seguido la siguiente clasificación para así conseguir una mayor aclaración sobre el proyecto:

- **Componentes:** Bloques básicos de construcción de la aplicación web formados por una parte visual llamada vista, desarrollada en HTML, y una parte funcional, desarrollada en TypeScript. Para el proyecto se ha utilizado para el desarrollo del menú o el header de las páginas.
- **Páginas:** Conjunto de componentes clasificados según el tipo de vista y funcionalidad a realizar. La estructuración en páginas sirve para separar código y tener una mayor organización del proyecto.
- **Servicios:** Su uso es de pasarela entre la aplicación y la API RESTful creada.

Referente al proyecto, se han creado la siguiente estructuración en el proyecto:

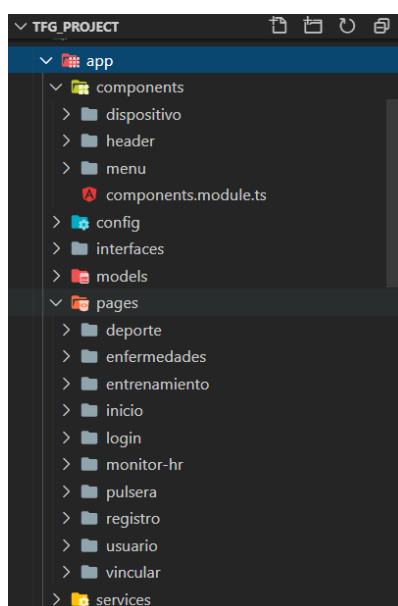


Figura 36. Estructuración carpetas proyecto

Como se ha detallado en el apartado de la metodología empleada, se ha realizado un proceso de ingeniería inversa para la obtención de los datos de la pulsa de actividad utilizada para este proyecto. Hay que destacar la labor ejercida por los proyectos anteriores que han servido de guía para poder realizar esta metodología.

Para poder vincular la smartband con el teléfono móvil se ha utilizado la tecnología Bluetooth Low Energy (BLE) [11] que utiliza la pulsera. Mediante programas de terceros o prueba y error, se ha obtenido la información sobre los servicios de la pulsera.

A continuación, se muestra en la Figura 36 los resultados obtenidos a través de la consola del programa Android Studio, utilizada para la depuración de código y comprobar los parámetros obtenidos en cada momento de la depuración. La acción que está realizando es escanear los dispositivos BLE que se encuentran en el lugar de desarrollo del proyecto.

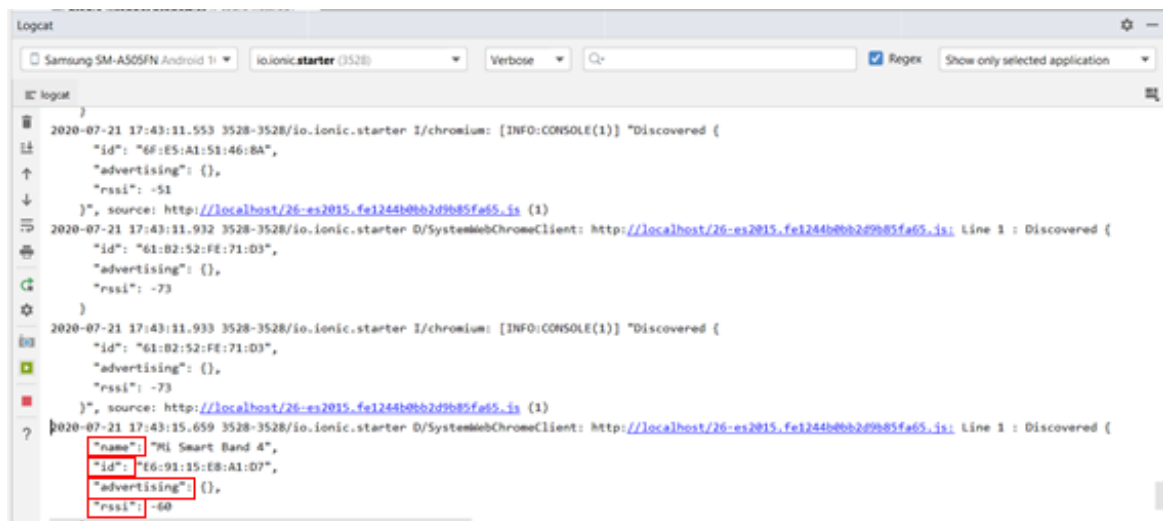


Figura 37. Salida dispositivos BLE

Se ha resaltado la información obtenida por la aplicación y posteriormente se va a detallar el significado de cada uno de los parámetros obtenidos:

- **Name:** Nombre del dispositivo.
- **Id:** Dirección del dispositivo BLE
- **Advertising:** Datos relacionados con el dispositivo BLE.
- **RSSI:** Indicador de fuerza de la señal recibida. Mide la potencia de la señal.

Una vez realizado el proceso de escanear los dispositivos, se selecciona el dispositivo con el nombre Mi Smart Band 4, nombre de nuestra smartband.

Para obtener información sobre los servicios que posee la smartband, se hace un proceso de vinculación entre la smartband y el dispositivo. En el caso de obtener una conexión exitosa, la aplicación muestra toda la información relevante a los servicios que dispone la pulsera como se muestra en la siguiente imagen:

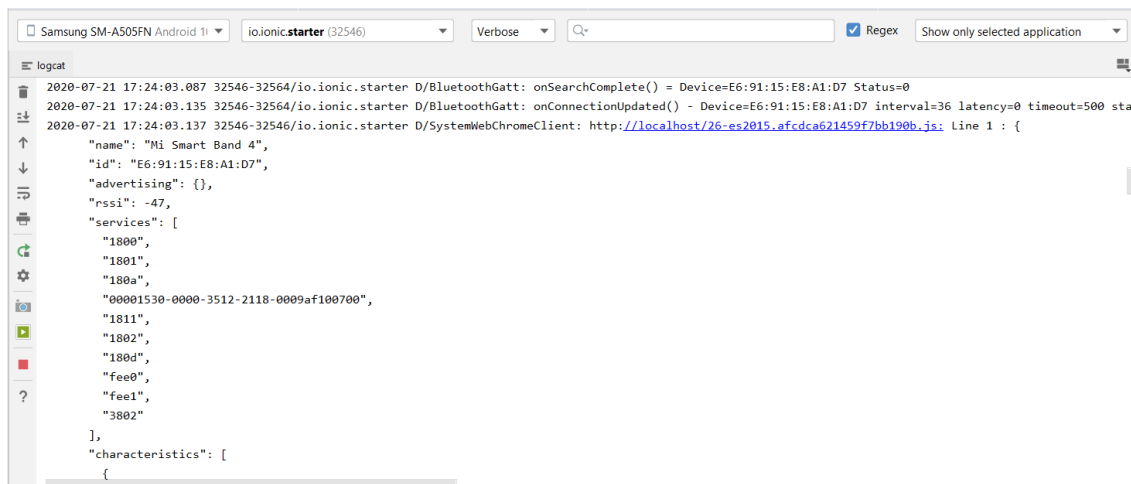


Figura 38. Salida Información BLE

Una vez establecida la conexión con la pulsera es posible realizar las peticiones necesarias a los servicios que posee la misma. En nuestro caso, hemos utilizado el servicio '180d', referente a la monitorización del pulso. Para obtener la información sobre a qué servicio debemos acceder para obtener la información de la smartband, se ha consultado un repositorio Git con un ejemplo sobre el uso del plugin BLE desarrollado por Cordova [12].

El proceso de monitorización del pulso cardíaco ha sido uno de los más laboriosos y que más tiempo ha llevado a cabo su realización. El proceso es similar a la hora de vincular la smartband con el dispositivo, pero el hecho de utilizar los servicios de la smartband ha sido de los procesos más costosos en su realización, por falta de experiencia en este ámbito y desconocer el uso de los servicios de la smartband.

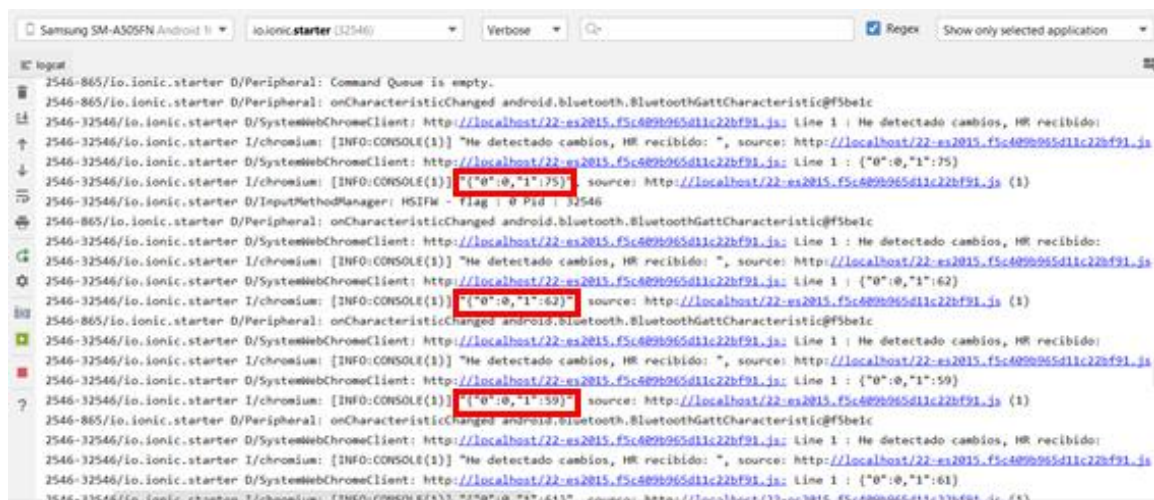
Mediante la realización de pruebas y comprobando la configuración de la smartband, se determinó varias formas de medir el ritmo cardíaco:

- Forma automática: Debido a la configuración propia de la pulsera, la monitorización del ritmo cardíaco se realiza en intervalos de 1 min, 5 min, 10 min o cada 30 min. Se configuró la smartband para que hiciera la monitorización del pulso cada minuto. Esto limita el uso del propio servicio, ya que se tendría que realizar la monitorización del pulso en cada momento exacto.

- Forma manual: La propia smartband dispone de un menú con diferentes funcionalidades, una de ellas es la monitorización del ritmo cardíaco. De este modo el servicio se puede utilizar una vez esté activo este proceso en la smartband.

Ambas formas de monitorización del ritmo cardíaco han sido comprobadas y obteniendo la misma respuesta en cada momento. Para un uso frecuente y obtención inmediata del ritmo cardíaco es recomendable realizar el proceso manual.

A continuación, se puede observar una prueba realizada y viendo los datos que la aplicación obtiene:



```

2546-865/io.ionic.starter D/Peripheral: Command Queue is empty.
2546-865/io.ionic.starter D/Peripheral: onCharacteristicChanged android.bluetooth.BluetoothGattCharacteristic@f5be1c
2546-32546/io.ionic.starter D/SystemWebChromeClient: http://localhost:22-es2015.f5c409b065d11c22bf91.js: line 1 : He detectado cambios, HR recibido:
2546-32546/io.ionic.starter I/chromium: [INFO:CONSOLE(1)] "He detectado cambios, HR recibido:", source: http://localhost:22-es2015.f5c409b065d11c22bf91.js
2546-32546/io.ionic.starter D/SystemWebChromeClient: http://localhost:22-es2015.f5c409b065d11c22bf91.js: line 1 : {"0":0,"1":75}
2546-32546/io.ionic.starter I/chromium: [INFO:CONSOLE(1)] [{"0":0,"1":75}], source: http://localhost:22-es2015.f5c409b065d11c22bf91.js (1)
2546-32546/io.ionic.starter D/InputMethodManager: HSIFW - flag : 0 Pid : 32546
2546-865/io.ionic.starter D/Peripheral: onCharacteristicChanged android.bluetooth.BluetoothGattCharacteristic@f5be1c
2546-32546/io.ionic.starter D/SystemWebChromeClient: http://localhost:22-es2015.f5c409b065d11c22bf91.js: line 1 : He detectado cambios, HR recibido:
2546-32546/io.ionic.starter I/chromium: [INFO:CONSOLE(1)] "He detectado cambios, HR recibido:", source: http://localhost:22-es2015.f5c409b065d11c22bf91.js
2546-32546/io.ionic.starter D/SystemWebChromeClient: http://localhost:22-es2015.f5c409b065d11c22bf91.js: line 1 : {"0":0,"1":62}
2546-32546/io.ionic.starter I/chromium: [INFO:CONSOLE(1)] [{"0":0,"1":62}], source: http://localhost:22-es2015.f5c409b065d11c22bf91.js (1)
2546-865/io.ionic.starter D/Peripheral: onCharacteristicChanged android.bluetooth.BluetoothGattCharacteristic@f5be1c
2546-32546/io.ionic.starter D/SystemWebChromeClient: http://localhost:22-es2015.f5c409b065d11c22bf91.js: line 1 : He detectado cambios, HR recibido:
2546-32546/io.ionic.starter I/chromium: [INFO:CONSOLE(1)] "He detectado cambios, HR recibido:", source: http://localhost:22-es2015.f5c409b065d11c22bf91.js
2546-32546/io.ionic.starter D/SystemWebChromeClient: http://localhost:22-es2015.f5c409b065d11c22bf91.js: line 1 : {"0":0,"1":59}
2546-32546/io.ionic.starter I/chromium: [INFO:CONSOLE(1)] [{"0":0,"1":59}], source: http://localhost:22-es2015.f5c409b065d11c22bf91.js (1)
2546-865/io.ionic.starter D/Peripheral: onCharacteristicChanged android.bluetooth.BluetoothGattCharacteristic@f5be1c
2546-32546/io.ionic.starter D/SystemWebChromeClient: http://localhost:22-es2015.f5c409b065d11c22bf91.js: line 1 : He detectado cambios, HR recibido:
2546-32546/io.ionic.starter I/chromium: [INFO:CONSOLE(1)] "He detectado cambios, HR recibido:", source: http://localhost:22-es2015.f5c409b065d11c22bf91.js
2546-32546/io.ionic.starter D/SystemWebChromeClient: http://localhost:22-es2015.f5c409b065d11c22bf91.js: line 1 : {"0":0,"1":61}

```

Figura 39. Salida monitorización del pulso

Se ha resaltado la información obtenida por la aplicación, como el parámetro '{"0":0,"1":59}', que corresponde con los datos obtenidos en el proceso de monitorización del pulso alcanzados de la propia smartband. El valor '59' corresponde con el ritmo cardíaco obtenido de la lectura realizada por la smartband.

A continuación, se va a mostrar las diferentes pantallas que se muestra en la aplicación, procediendo a la explicación de cada una de ellas.

- **Login**

El usuario introduce el correo electrónico y la contraseña para iniciar sesión. En el caso de no tener una cuenta, deberá registrarse. La aplicación comprueba que el correo electrónico y la contraseña estén relacionados con un usuario que se encuentre almacenado en la base de datos.

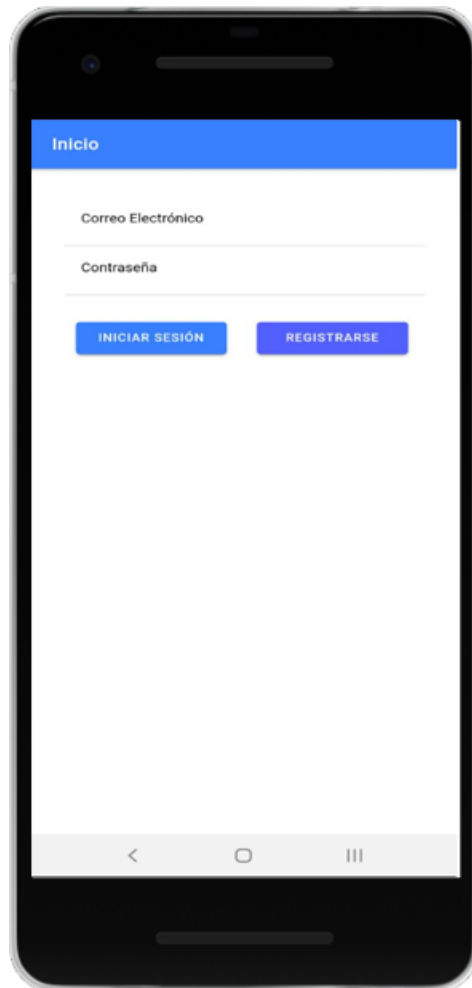


Figura 40. Prototipo Login

- **Registro**

El usuario debe rellenar los siguientes campos para formalizar el registro en la aplicación. Una vez registrado, deberá de hacer login para entrar en la aplicación. Toda la información se almacena en la base de datos. Para formalizar el registro es obligatorio rellenar toda la información del formulario

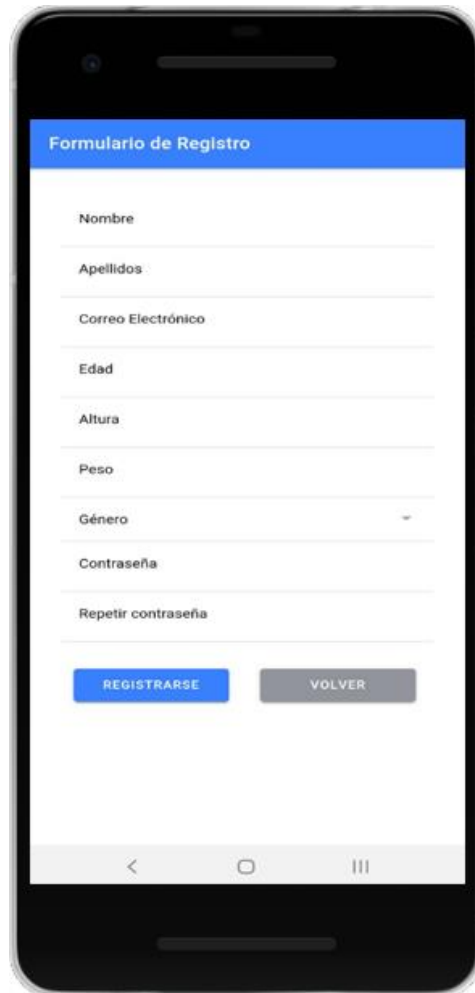
El prototipo muestra un formulario de registro en un dispositivo móvil. El título del formulario es "Formulario de Registro". Los campos de entrada son: "Nombre", "Apellidos", "Correo Electrónico", "Edad", "Altura", "Peso", "Género" (con un selector de flecha) y "Contraseña". Debajo de "Contraseña" hay un campo para "Repetir contraseña". Al final del formulario hay dos botones: "REGISTRARSE" (en azul) y "VOLVER" (en gris). El fondo del formulario es blanco con una barra de título azul. El dispositivo tiene una barra de navegación inferior con los iconos de Android.

Figura 41. Prototipo Formulario de registro

- **Información**

El usuario podrá navegar por una lista de preguntas para conocer el correcto funcionamiento de la aplicación. Estas preguntas están relacionadas con las funcionalidades principales que puede realizar la aplicación,



Figura 42. Prototipo Información

- **Perfil**

En esta página se muestra la información rellena a la hora de realizar el registro.

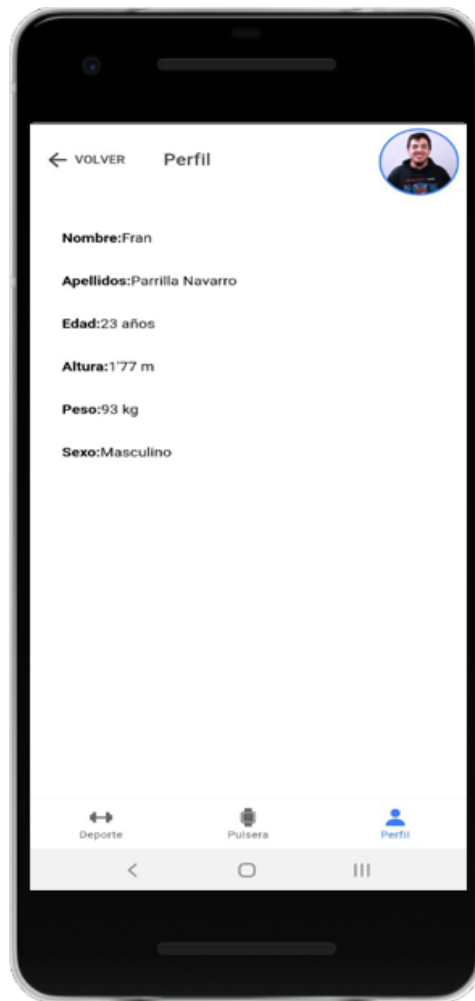


Figura 43. Prototipo Perfil

- **Enfermedades**

En esta página se muestra una lista de las enfermedades que son factores de riesgo para padecer una enfermedad cardiovascular. Estas enfermedades están almacenadas en la base de datos.



Figura 44. Prototipo Enfermedades

- **Entrenamiento**

En esta página se muestra una lista con actividades deportivas para tener una vida saludable. Toda la información obtenida ha sido previamente estudiada para realizar recomendaciones genéricas. Los entrenamientos están almacenados en la base de datos, pudiendo añadir más información por los administradores.

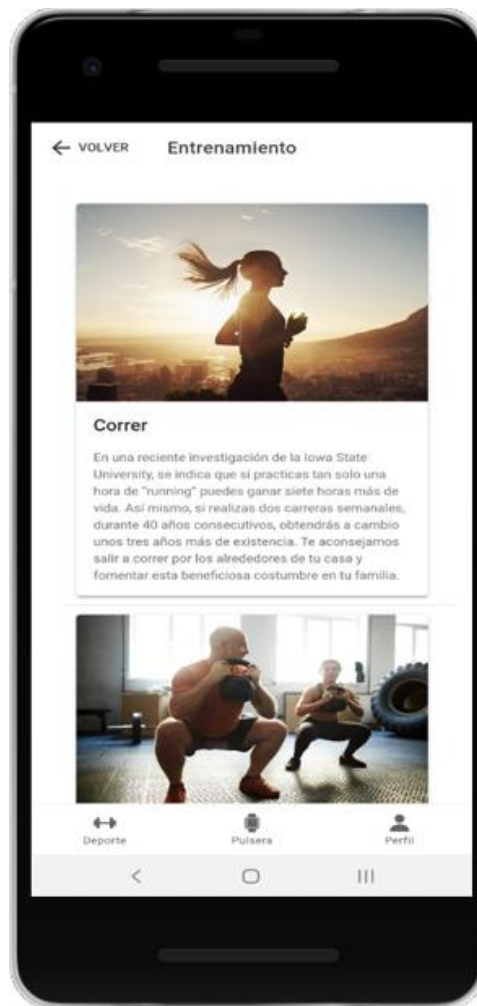


Figura 45. Prototipo Entrenamiento

- **Conectar**

En esta página el usuario podrá emparejar su pulsera de actividad. Se debe escanear los dispositivos que se encuentren disponibles y la aplicación muestra una lista de los dispositivos BLE que se encuentran en ese preciso momento. Una vez realizado el proceso de escanear, se debe conectar la pulsera de actividad. Para saber si el proceso se ha realizado correctamente, la aplicación muestra un mensaje de confirmación y en la propia pulsera se puede comprobar que la pulsera está conectada.

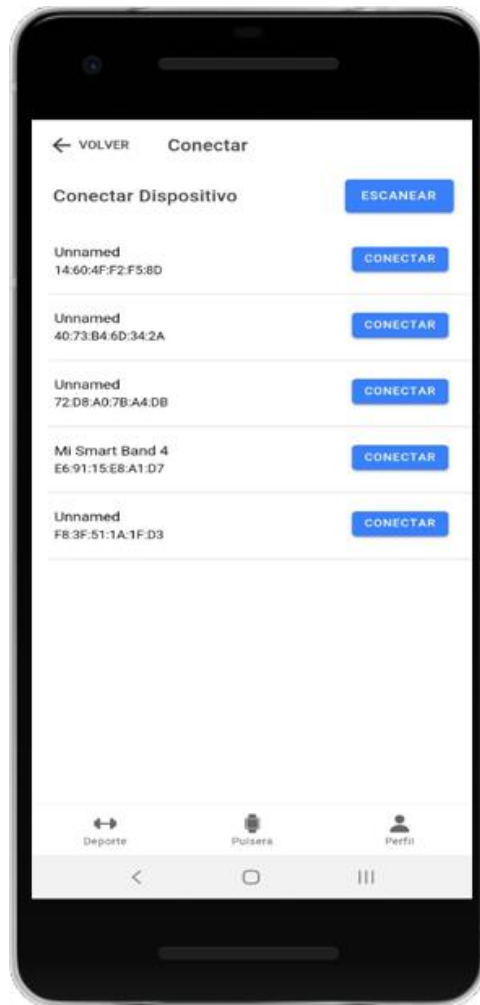


Figura 46. Prototipo Conectar

- **Deporte**

Para registrar la actividad deportiva, el usuario tendrá que iniciar el entrenamiento. Una vez iniciado este proceso, la aplicación muestra el tiempo que está empleando y los pasos que está realizando. La aplicación muestra un botón de Parar en el caso de que el usuario quiera hacer un descanso. En ese caso la aplicación muestra dos botones nuevos, Reiniciar y Continuar, por si quiere seguir con el entrenamiento o bien, volver a empezar el mismo y la información sobre los pasos y el tiempo se resetea.

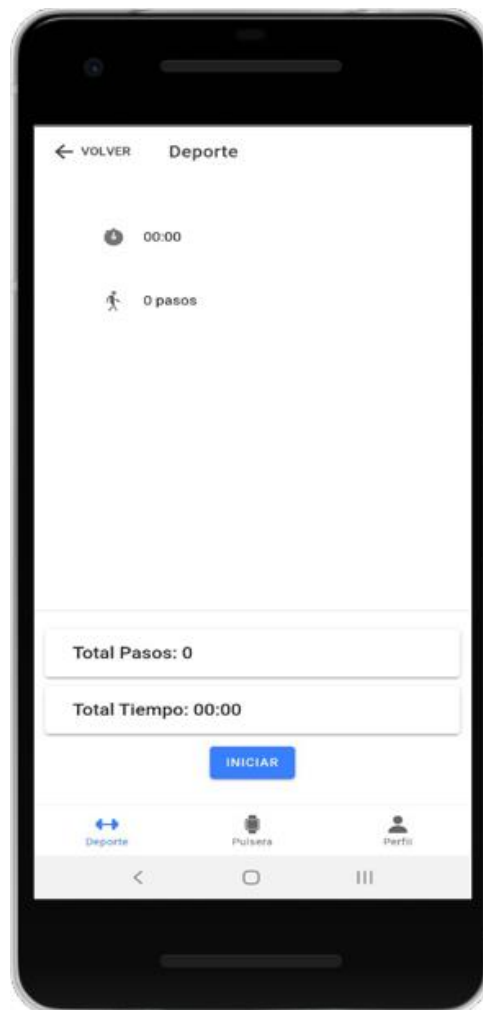


Figura 47. Prototipo Deporte

- **Pulsera**

Una vez conectada la pulsera de actividad, el usuario podrá comprobar si la pulsera está conectada o desconectada. En el caso de estar desconectada, no se podrá realizar la monitorización del pulso cardíaco.



Figura 48. Prototipo Pulsera

- **Pulso**

Como se ha detallado en el apartado de implementación del proyecto, es recomendable realizar de forma manual el proceso de monitorización del pulso. Para monitorizar el pulso es necesario dos acciones previas: tener la pulsera conectada e iniciar el proceso de ritmo cardíaco que dispone la propia pulsera, para poder así realizar la lectura del pulso del usuario. La aplicación empezará a realizar la lectura y en el momento de que el pulso varíe la aplicación muestra una lista del ritmo cardíaco registrado.

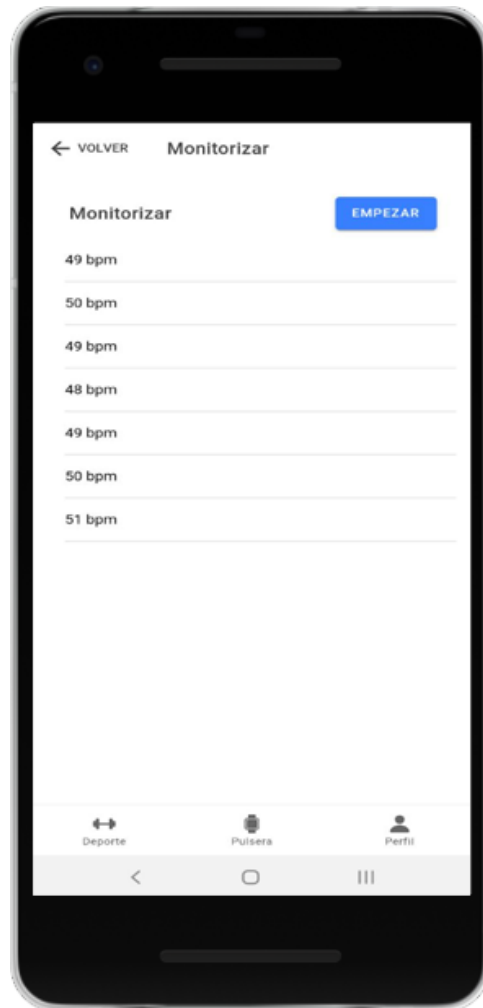


Figura 49. Prototipo monitorización del pulso

10. Experimentación

A causa del estado de alarma vivido durante la realización del proyecto, se vio trastocado uno de los objetivos a realizar en el proyecto, el poder obtener la información de personas que hayan usado la aplicación creada y realizar un estudio sobre el tipo de vida de estas personas.

Como solución a este problema, se ha realizado un estudio de manera virtual, creando un formulario online a través de la herramienta Google Forms (ver apéndice), informando a las personas que accediesen a la encuesta las condiciones de uso de la información recogida de la propia encuesta, la finalidad de dicha encuesta. Mediante el uso de redes sociales se hizo un llamamiento para que las personas interesadas rellenasen la información de la encuesta. En el Apéndice se encuentra el enlace a la encuesta realizada.

El formulario tiene como finalidad conocer los hábitos saludables de los encuestados, obtener información al respecto de las actividades deportivas que realizan, el conocimiento de aplicaciones móviles que permiten monitorizar estas actividades, y la experiencia obtenida al visionar una demostración del prototipo de aplicación creada.

El formulario se divide en cuatro secciones: Datos personales, Actividad deportiva, Aplicaciones móviles y smartband, y Experiencia Usuario del prototipo de aplicación creada. En la primera sección se recogerán los datos personales del encuestado: nombre, edad, altura y peso. A continuación, se realizarán pequeñas preguntas relacionadas con la actividad deportiva que realizan. Posteriormente, se realizarán preguntas sobre el uso y conocimiento de aplicaciones móviles y pulseras de actividad que permiten monitorizar las actividades deportivas. Y finalmente se les preguntará sobre el funcionamiento del prototipo de aplicación creada y recomendando las posibles mejoras que vieran oportunas.

La encuesta estuvo disponible durante 1 semana y a continuación se muestran los resultados obtenidos. Posteriormente se realiza una conclusión de los datos y la información obtenida sobre qué añadirían los encuestados en la aplicación.

10.1. Análisis de los resultados

Para realizar el análisis de los resultados obtenidos, se divide por las secciones que se encuentra en la encuesta, determinando la finalidad de las preguntas realizadas.

- **Datos personales**

En la primera sección de la encuesta se realizan preguntas sobre información general de la persona encuestada para poder determinar en qué rango de edad nos encontramos a la hora de redactar las conclusiones en función al rango de edad obtenidos de los encuestados.

La mayoría de los encuestados poseen una edad inferior a los 27 años. El rango de altura de los encuestados es desde los 1.65 metros a los 1.86 metros, y el peso de estos comprenden entre los 46 kg hasta los 100 kg.

La mayoría de los encuestados no padecen ningún tipo de enfermedad o lesión que les afecte a la hora de realizar actividades deportivas, pero existen casos de asma, dolor de espalda, escoliosis o hipotiroidismo.

- **Actividad deportiva**

En la segunda sección se han realizado preguntas enfocadas a las actividades deportivas, para poder determinar con qué frecuencia realizan actividades deportivas, qué tipo de actividades realizan, el tiempo empleado o sobre cómo realizan estas actividades deportivas.

Entre las actividades deportivas que más realizan los encuestados son:

- Musculación
- Fitness, actividades como aerobio, pilates o yoga
- Correr o caminar

En la siguiente Figura 49 se puede observar que la mayoría de los encuestados realizan actividades deportivas entre 3 o 4 veces a la semana.

¿Cuántos días a la semana suele hacer deporte?

31 respuestas

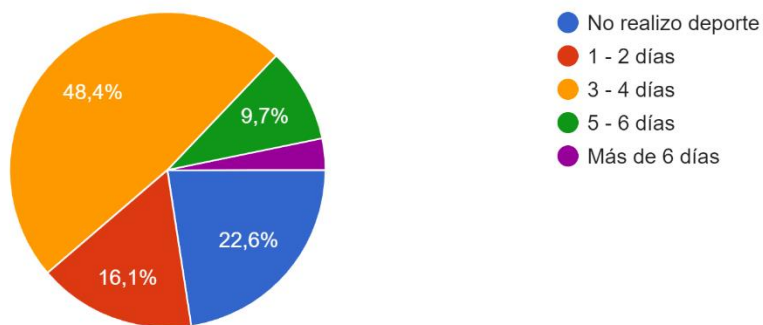


Figura 50. Pregunta encuesta 1

Otra de las cuestiones enfocada al tiempo empleado a realizar actividades deportivas la mayoría de los encuestados realizan como mínimo 50 min, tiempo más que aconsejable por la Organización Mundial de la Salud que recomiendan 150 min semanales. Si relacionamos este resultado con la gráfica anterior, la mayoría de los encuestados cumplen con estas recomendaciones.

- **Aplicaciones móviles y smartband**

En esta sección se han hecho cuestiones al ámbito del uso de aplicaciones deportivas a la hora de monitorizar los entrenamientos, para determinar si conocen aplicaciones que les ayude a seguir un entrenamiento o el conocimiento de pulseras de actividad, como son las smartband, que les permiten consultar parámetros como el pulso, distancia recorrida, calorías quemadas o ver mediante un mapa la ruta que han seguido.

Referente a las aplicaciones móviles y smartband las aplicaciones más conocidas por los encuestados son:

- Google Fit: Aplicación deportiva creada por Google.
- adidas Running by Runtastic: Aplicación deportiva enfocada al running.
- Endomondo: Aplicación deportiva enfocada al entrenamiento personal.

También se ha visto que la mitad de los encuestados utilizan algún tipo de pulsera de actividad deportiva para medir los pasos, calorías o tiempo empleado a la hora de realizar un entrenamiento.

En este apartado se ha querido conocer el uso de las pulseras de actividad y las aplicaciones deportivas. En la siguiente Figura 50 podemos observar los resultados obtenidos en una cuestión cuya finalidad era saber si los encuestados utilizan las pulseras de actividad o aplicaciones deportivas a la hora de realizar entrenamientos.

De las siguientes frases, selecciona cuál es la que más se asemeja a usted a la hora de utilizar aplicaciones deportivas

29 respuestas

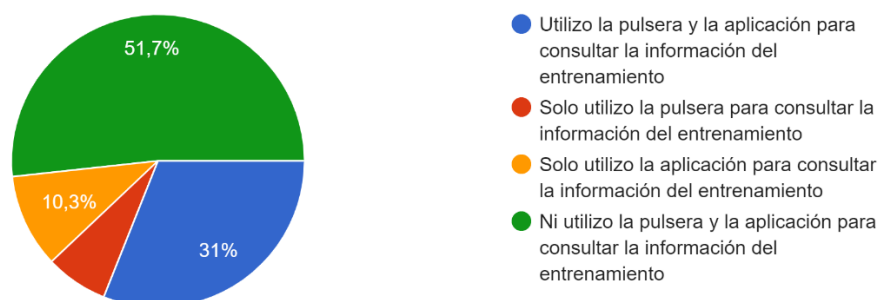


Figura 51. Pregunta encuesta 2

Como se puede observar, la gran mayoría de los encuestados no utilizan dispositivos electrónicos para consultar la información del entrenamiento.

- **Experiencia de usuario**

Para analizar la experiencia de usuario, en la encuesta se adjunta un video demostración sobre el funcionamiento básico del prototipo de aplicación creado. Este video está disponible en el Apéndice del proyecto.

Las preguntas realizadas en esta última sección tienen como finalidad obtener una retroalimentación del proyecto y obtener información sobre los posibles trabajos futuros a realizar para satisfacer las necesidades que quieren los usuarios a la hora de utilizar una aplicación de este estilo.

En la Figura 51 se puede observar que todos los usuarios han comprendido el funcionamiento del prototipo de aplicación, por lo que se demuestra que el video demostración proporcionado ha cumplido con su finalidad de poder llegar a todas las personas posibles.

¿Has entendido el funcionamiento del prototipo de la aplicación? Medición de pasos y pulso
31 respuestas

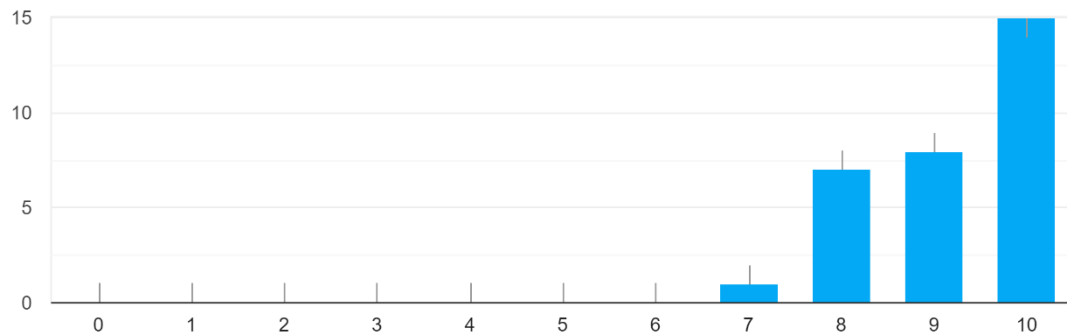


Figura 52. Pregunta encuesta 3

Como se puede observar en la Figura 51 las personas encuestadas han tenido una respuesta positiva hacia el prototipo de aplicación realizada.

¿Le ha gustado el prototipo de la aplicación?
31 respuestas

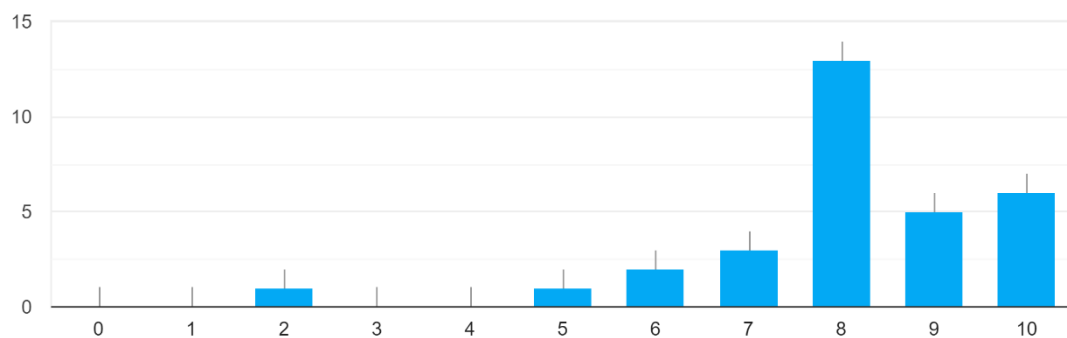


Figura 53. Pregunta encuesta 4

Se puede determinar que los futuros usuarios de la aplicación pueden ver interesante recibir recomendaciones saludables acorde a las actividades deportivas que ellos mismos realicen.

10.2. Conclusión experimento

Una vez realizado el experimento se ha hecho un estudio de las respuestas proporcionadas y se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Las personas encuestadas realizan actividades deportivas de forma moderada y cumpliendo con los requerimientos de la OMS, realizando un mínimo de 150 min semanalmente.
- Existe un gran desconocimiento entre los encuestados sobre las aplicaciones deportivas y el uso de pulseras de actividad. Estas aplicaciones nos proporcionan información para comprobar si cumplimos con los requisitos mínimos recomendados por la OMS, como realizar 10.000 pasos diarios o realizar 150 min semanales de actividades deportivas.
- Crear una aplicación deportiva con la que puedas recibir recomendaciones saludables para tener una buena salud sería un éxito entre los usuarios.

Además de estas conclusiones obtenidas, en la encuesta se realizan varias preguntas para determinar las posibles mejoras que pueda tener la aplicación para convertirse en una aplicación útil y cumplir con las necesidades de estos. Para ello se determinan los posibles trabajos futuros:

- **Información más visual:** La información obtenida sobre la monitorización del pulso o los pasos debería ser más visual, con gráficas o esquemas.
- **Historial de entrenamiento:** Poder consultar la información sobre anteriores entrenamientos.
- **Información sobre rutinas de entrenamiento:** Especificar contenidos sobre los entrenamientos, tiempos, repeticiones o instrucciones para realizar dicho entrenamiento.
- **Color de la interfaz:** Al predominar el color blanco puede dar la sensación de frialdad. Se realizaría una remodelación de la interfaz cambiando los colores de la aplicación.
- **Calendario:** Un calendario donde poder consultar los entrenamientos realizados cada día y ver el progreso de una manera organizada.
- **Sistema de objetivos:** Crear un sistema de puntuación que permita al usuario motivarse a realizar actividades deportivas y conseguir alcanzar sus propias metas.

11. Conclusiones y trabajo futuro

Con el proyecto finalizado, se procede a la realización de una valoración global de este para determinar si se ha obtenido una solución óptima al problema planteado, a la vez que se procede a la valoración de los posibles trabajos futuros. En este apartado también se habla de los problemas encontrados y las soluciones correspondientes para solventar estos problemas.

11.1. Conclusiones

Se han cumplido con los objetivos establecidos en este proyecto:

- **Investigación sobre las enfermedades cardiovasculares:** La investigación realizada sobre las enfermedades cardiovasculares ha sido cubierta gracias a la cantidad de información disponible. Toda la información ha sido obtenida mediante páginas y medios que son fiables, como la Organización Mundial de la Salud y la Fundación española del corazón.
- **Investigación sobre las aplicaciones deportivas y smartband:** La investigación realizada ha sido satisfactoria, además de utilizar información de esta revisión para poder analizar las aplicaciones deportivas disponibles por el momento.
- **Estudio sobre la tecnología empleada:** Se ha realizado un estudio exhaustivo de las tecnologías empleadas como Ionic o Azure SQL Database, dando por satisfactorio el estudio realizado y las decisiones tomadas.
- **Implementar prototipos de la aplicación:** Mediante la metodología empleada, se han ido desarrollando e incrementando las funcionalidades que se han determinado en el proyecto, cumpliendo con los objetivos planteados.
- **Probar prototipo de aplicación en un dispositivo móvil:** Se ha cumplido con el objetivo de obtener un prototipo de aplicación y comprobar el correcto funcionamiento de los requisitos mínimos esperados en un dispositivo móvil.

Durante la realización del proyecto se han encontrado varios problemas que se han ido solventando con el tiempo.

El primero de los problemas ha sido el hecho de poder probar la aplicación. A causa de la inexperiencia sobre la tecnología utilizada, no era posible comprobar el funcionamiento correcto de la aplicación. Como la aplicación utiliza plugins de Cordova que dependen de un teléfono móvil, se ha buscado información sobre como generar un documento compatible con Android

Studio para poder realizar depuración del código y comprobar el funcionamiento. Finalmente, se pudo realizar esta tarea y conseguir la depuración de la aplicación y emular la aplicación en el teléfono móvil.

Una vez solventado este problema, se encontró otro problema que supuso la remodelación del planteamiento del proyecto y la solución de este. El problema se originó a la hora de probar los servicios creados en la API RESTful en la aplicación desde el teléfono móvil. Se vio que no se realizaba las peticiones correspondientes al servicio creado y demoró el trabajo realizado. A pesar de buscar información, consultar foros o preguntar a otros profesores, no se obtuvo respuesta sobre el problema, lo que supuso dejar de lado el sistema de la base de datos en la nube y una reestructuración del proyecto.

Dada las circunstancias, se ha conseguido un prototipo de aplicación con el que poder seguir desarrollando en un futuro, intentando solucionar el problema encontrado y añadiendo más funcionalidades. Cumple con las expectativas de aplicación base.

El proceso de investigación sobre enfermedades cardiovasculares ha incrementado los conocimientos que se tenían previamente a la realización del proyecto. Haciendo replanteamientos sobre los hábitos de vida para poder tener una buena salud y evitar el riesgo de poder padecer algún tipo de estas enfermedades. Igualmente, han aumentado los conocimientos sobre el uso de aplicaciones móviles enfocadas al ámbito deportivo y las diferentes smartbands que hay disponibles en el mercado.

Con toda la información obtenida y el trabajo realizado, veo posible que en un futuro no muy lejano el uso de las pulseras en el ámbito deportivo sea un complemento más y, a su vez, estas pulseras puedan estar conectadas con un personal sanitario correspondiente que pueda controlar y recomendar hábitos saludables desde su propia consulta.

11.2. Trabajo futuro

En la encuesta realizada se detallaba una cuestión sobre qué añadirían en la aplicación, lo que ha ayudado a tener una visión más amplia sobre las tareas a realizar en un futuro. Esta información sobre las tareas a realizar se ha comentado en el apartado 10.2 Conclusión experimento.

Además de estas tareas indicadas por las personas encuestadas, también se plantean las siguientes tareas que complementan las anteriores:

- **Conexión a la base de datos:** Solucionar el problema a la hora de exportar el proyecto a una aplicación móvil y que esta pueda realizar las peticiones necesarias para trabajar con la información que se recoja en la aplicación.
- **Tecnología de base de datos:** Consultar otros métodos de almacenamiento en la nube para solventar los problemas encontrados. Una posible sustitución es utilizar los servicios de Google Firebase.
- **Utilización de otra smartband:** Permitir el uso de otras pulseras de actividad diferentes a la utilizada en este proyecto y poder conectar varios tipos de pulseras de actividad a la aplicación.
- **Estudio de entrenamientos:** Realizar un estudio exhaustivo sobre planes de entrenamientos para poder ofrecer la mejor información a los usuarios de la aplicación.
- **Estudio en usuarios:** Llevar a cabo un estudio en personas utilizando la aplicación y una smartband para poder

12. Bibliografía y referencias

1. **Gala M. García.** *TFG Universidad de Alicante: Monitorización de pacientes con pulseras inteligentes.*
2. **Sergio Castro Sola.** *TFG Universidad de Alicante: DCA Control. Prevención y seguimiento de pacientes con epilepsia.*
3. **Carlos Chico Martínez.** *TFG Universidad de Alicante: Monitorización de pacientes con enfermedades cardiovasculares mediante pulseras inteligentes.*
4. **¿Qué son las enfermedades cardiovasculares?** Organización Mundial de la salud
https://www.who.int/cardiovascular_diseases/about_cvd/es/
5. **¿Qué es el DAFO y cómo aplicarlo a tu negocio?** El nuevo autónomo
<https://elnuevoautonomo.com/actualidad/que-es-el-dafo-y-como-aplicarlo/>
6. **¿Qué es un diagrama de Gantt y para qué sirve?** OBS Business School
<https://obsbusiness.school/es/blog-project-management/diagramas-de-gantt/que-es-un-diagrama-de-gantt-y-para-que-sirve>
7. **Enfermedades cardiovasculares** Fundación Española del Corazón
<https://fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/enfermedades-cardiovasculares.html>
8. **¿Qué es SCRUM?** Proyectos Ágiles
<https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>
9. **Microsoft Azure.** Microsoft
<https://azure.microsoft.com/es-es/>
10. **¿Qué es una API REST?** Idento
<https://www.idento.es/blog/desarrollo-web/que-es-una-api-rest/>
11. **Bluetooth BLE: el conocido desconocido** Solid Gear Group
<https://solidgeargroup.com/bluetooth-ble-el-conocido-desconocido/>
12. **Cordova Bluetooth LE Plugin** Github: randdusing
<https://github.com/randdusing/cordova-plugin-bluetoothle#example>
13. **Factores de riesgo** Fundación Española del Corazón.
<https://fundaciondelcorazon.com/prevencion/riesgo-cardiovascular.html>
14. **Best Fitness Plugins for Ionic 4 – How to use Pedometer** Enappd
<https://enappd.com/blog/best-fitness-plugins-for-ionic-4-how-to-use-pedometer/15/>
15. **Heart Rate BLE sensor** Hackaday
<https://hackaday.io/project/88055-technogym-new-heart-rate-ble-sensor/details>

16. **Deploy an Angular App from Visual Studio Code to Azure** *DZone*
<https://dzone.com/articles/deploy-an-angular-app-from-visual-studio-code-to-a-1>
17. **Cómo prevenir enfermedades del corazón** *Medline Plus*
<https://medlineplus.gov/spanish/howtopreventheartdisease.html>
18. **Building websites with Ionic Framework, Angular and Microsoft Azure App Services** *KLoud*
<https://medlineplus.gov/spanish/howtopreventheartdisease.html>
19. **Documentación NodeJS.** *NodeJS*
<https://nodejs.org/es/docs/>
20. **Documentación Angular.** *Angular*
<https://angular.io/docs>
21. **Documentación Ionic.** *Ionic*
<https://ionicframework.com/docs>
22. **Documentación Azure SQL Database.** *Microsoft*
<https://azure.microsoft.com/es-es/services/sql-database/>

13. Apéndice

13.1. Enlaces de interés

Se pone a disposición de las personas interesadas los siguientes enlaces.

- **Repositorio GitHub:**
<https://github.com/iFran16/TFG.git>
- **Registro tiempo Toggl:**
<https://drive.google.com/drive/folders/1fzb0w9YwNuTnbRzNLqGt2b3OJ2EYfNGu?usp=sharing>
- **Encuesta Google Forms:**
<https://drive.google.com/drive/folders/1S6b7aGqMRBCg7EFr3TzUw5zGgSi1XYGq?usp=sharing>
- **Video demostración adjuntado en la encuesta:**
<https://www.youtube.com/watch?v=wtXt8AWxWa4&feature=youtu.be>